

**Bewertung von Schälschäden
- dargestellt am Beispiel der Fichte -
Großräumige Erhebung betriebswirtschaftlicher
und waldbaulicher Auswirkungen.**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg i. Br.

vorgelegt von
Rudolf Gerke
aus Kolbermoor

Freiburg im Breisgau 1980



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543110_0006

**Bewertung von Schälschäden
- dargestellt am Beispiel der Fichte -
Großräumige Erhebung betriebswirtschaftlicher
und waldbaulicher Auswirkungen.**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg i. Br.

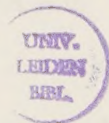
vorgelegt von
Rudolf Gerke
aus Kolbermoor

Freiburg im Breisgau 1980

Dekan: Professor Dr. R. Grammel
Leiter der Arbeit: Professor Dr. Dr.h.c. G. Speidel
Referent: Professor Dr. Dr.h.c. G. Speidel
Korreferent: Professor Dr. D.R. Pelz

Tag der Verkündigung des
Prüfungsergebnisses:

13. Februar 1980



VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsvorhabens "Grundlagen zur Bestimmung der wirtschaftlich tragbaren Schalenwildldichte". Sie untersucht Methoden zur Quantifizierung von Schälschäden und versucht, Weiserwerte für ein tragbares Ausmaß des laufenden Schadens zu entwickeln.

Große Teile dieser Arbeit entstanden in gemeinsamen Diskussionen und Untersuchungen mit meinem Kollegen, Herrn Diplomforstwirt D.Seemann. Ihm gilt mein herzlicher Dank für die ständige Bereitschaft, mir durch seine Vorstellungen und kritischen Anmerkungen über Schwierigkeiten hinwegzuhelfen.

Dem Leiter dieser Arbeit, Herrn Professor Dr. Dr.h.c. G.Speidel, möchte ich besonderen Dank dafür sagen, daß seine richtungsweisenden Vorschläge stets neuer Ansporn waren und mich die großzügigen Arbeitsbedingungen in seinem Institut entscheidend förderten.

Zu großem Dank verpflichtet bin ich zahlreichen Forstleuten, Universitätsangehörigen, Freunden und Bekannten, die mir mit Anregungen und Ratschlägen zur Seite standen und mir Unterstützung gewährten.

Freiburg i.Br., im Mai 1979

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 <u>Problemstellung</u>	1
1.1 Entwicklung des Wildschadenproblems	3
1.2 Auswirkungen des Schälens am Einzelbaum	5
1.2.1 Minderung der Holzproduktion	7
1.2.2 Beeinträchtigung der Infrastrukturlleistungen	9
1.3 Bisher durchgeführte Inventuren	10
1.3.1 Inventur in Rheinland-Pfalz	10
1.3.2 Inventur in Niedersachsen	12
2 <u>Vorschlag für eine waldbaulich differenzierte Bewertung</u>	13
2.1 Allgemeine Grundlagen	13
2.1.1 Waldbauliche Bedeutung von Schäl-Schäden	13
2.1.2 Kritisches Schälprozent	15
2.1.3 Schaden im Endbestand	17
2.1.4 Schaden in der Bestandespflege und der Durchforstung	18
2.1.5 Verzinsung	19
2.1.6 Schutzmaßnahmen	20
2.1.7 Ungleichaltrige Bestände	21
2.1.8 Faulanteile durch andere Schadursachen	22
2.1.9 Diskussion der Berechnungsformel	22
2.1.9.1 Fehlerreduktion durch Umänderung der Berechnungsformel	22
2.1.9.2 Fehler der Formel	25

	Seite
2.1.9.3 Ablaufdiagramm für die Schadensberechnung	27
2.2 Bewertung und Herleitung der Berechnungsgrundlagen	29
2.3 Praktische Verwendbarkeit des Vorschlages	30
2.3.1 Z-Baumauswahl nach ABETZ	30
2.3.2 Räumliche Verteilung der Schäden	32
2.3.3 Unterschiedliche Schädigung in herrschenden und beherrschten Beständen	33
3 <u>Verfahren und Ergebnisse von Stichprobenhebungen</u>	35
3.1 Stichprobenverfahren	35
3.2 Stichprobenfehler	36
3.3 Besonderheiten bei Verhältnisschätzungen	37
3.4 Stichprobenumfang	38
4 <u>Entwertung des Einzelbaumes</u>	42
4.1 Entwicklung der Baumdimensionen im Endbestand	42
4.1.1 Umtriebszeit	42
4.1.2 Masse pro Baum	43
4.1.3 Faulhöhe	47
4.1.4 Masse des entwerteten Stammteiles	49
4.2 Einfluß des Holzmarktes	51
4.2.1 Holzpreis und Sortenzusammensetzung	51
4.2.2 Preisabschlag für C- und D-Holz	52
4.2.3 Verkaufsverfahren	54
4.2.4 Wertveränderungen infolge der Ablängung	56

	Seite
4.3 Verlust pro Baum im Endbestand	58
4.3.1 Schadensberechnung	59
4.3.2 Fehlerrechnung	61
4.4 Rückschlüsse aus der Verkaufsstatistik	62
4.5 Diskussion	64
4.6 Schaden in der Durchforstung	65
5 <u>Laufender Schaden</u>	68
5.1 Bedeutung als Lenkungsinstrument	68
5.2 Berechnungsverfahren	68
5.3 Schälprozent als Weisergröße für tragbare Schäden	70
5.3.1 Abnehmende Stammzahl	71
5.3.2 Das Ausmaß tragbarer Schäden	72
5.4 Laufendes Schälprozent	73
5.4.1 Schwankungen des laufenden Schälprozents	73
5.4.2 Aufgelaufener Schaden in jungen Beständen	75
5.4.3 Variable Schäldauer in jungen Beständen	78
5.5 Fehler des Schälprozents nach Abschluß der Schälgefährdung	82
5.6 Aufgelaufener Schaden als Weisergröße	85

	Seite
6 <u>Verfahren bei Großrauminventuren</u>	89
6.1 Gesamtfehler	89
6.1.1 Genauigkeit des Schälprozents	90
6.1.2 Die ökonomisch tragbare Wild- dichte	91
6.2 Vereinfachte Methodik	93
6.2.1 Schätzen des Schälprozentes	94
6.2.2 Klassenbildung	95
6.2.3 Verzicht auf das waldbauliche Modell	98
6.3 Folgerungen für Großrauminventuren	101
6.3.1 Schadensaufnahme	101
6.3.2 Aussage der Ergebnisse	102
7 <u>Zusammenfassung</u>	
8 <u>Folgerungen für zukünftige Unter- suchungen</u>	110
9 <u>Anhang</u>	113

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

- A Ausgangsstammzahl pro ha zum Zeitpunkt der Aufnahme
- a Mindestzahl der Bäume, die pro Z-Baum bei der Auswahl alternativ zur Verfügung stehen müssen
- AG Anzahl geschützter Stämme pro ha
- AM Mindeststammzahl pro ha für die Möglichkeit des Gesunddurchforstens
- AV Stammzahl pro ha, bei der die Verwertungsgrenze erreicht ist
- c Verhältnis von Schaden zu Bruttoproduktionswert (SPEIDEL 1975 b): Sch/B
- c_v Variationskoeffizient bzw. relativer Fehler
- E Mindeststammzahl pro ha vor der letzten Durchforstung
- EB Erntekosten für B-Holz
- EC Erntekosten für C-Holz
- ED Erntekosten für D-Holz
- ET Zahl der theoretisch möglichen Z-Bäume pro ha
- FL Faullänge
- G Zahl der Stämme pro ha, die zum Zeitpunkt der Aufnahme geschält sind
- GD Summe der geschälten Stämme pro ha, die in der Durchforstung, ausgenommen die letzte Durchforstung, genutzt werden
- GE Zahl der geschälten Stämme pro ha vor der letzten Durchforstung
- GM mittlere Masse pro Stamm in der letzten Durchforstung und in der Endnutzung
- i Zahl der Jahre, in der der vorgefundene Schaden entstanden ist
- MZ Meßzahl

MZ%	1/100 Meßzahlprozent
n	Dauer der schälgefährdeten Bestandesphase unter der theoretischen Annahme gleichbleibender Schälintensität
n_{10}	erforderliche Anzahl von Stichproben, wenn bei einer statistischen Sicherheit von 95 % ein Fehler von 10 % entsteht
p	Anteil der Bäume, die aus Gründen der Vitalität und Qualität nicht als Z-Bäume geeignet sind
r	Mindestwert von i
S	Anteil geschälter Bäume
s	Streuung, bzw. Fehler
SE	Anteil geschälter Stämme am Ende der schälgefährdeten Periode unter der theoretischen Annahme, daß die Stammzahl über die ganze Periode unverändert bleibt
SK	Kritischer Anteil geschälter Bäume (ET = E)
SN	Anteil jährlich neuer Schäden
S25	Anteil geschälter Bäume in 25-jährigen Beständen
uM	Masse des geschädigten unteren Stammteils beim Mittelstamm mit der Masse GM
VE	Verlust pro Baum in der Endnutzung und der letzten Durchforstung
VD	Verlust pro Baum in der Durchforstung
VS	Verlust bei der Aufarbeitung von Schichtholz
WC	Wertminderung von C-Holz in MZ%
WD	Wertminderung von D-Holz ausgedrückt als Verhältnis zu B-Holz

1 Problemstellung

Weihnachten 1971 warf Horst STERN (1971) der deutschen Jägerschaft vor, im deutschen Alpenraum durch überhöhte Rotwildbestände den Bestand des Waldes und seiner vielfältigen Funktionen ernstlich zu gefährden. Er bezog sich damit auch auf die Forstwirtschaft und schloß mit der Feststellung, der deutsche Wald sei krank, krank bis auf den Tod.

Auf der Interforst 1974 veröffentlichten namhafte Forstwissenschaftler einen Aufruf zur Reduktion überhöhter Schalenwildbestände (STERN, 1976). Auch sie meldeten ernste Bedenken an, ob bei der derzeitigen Wildbestände und Schadensintensität der Wald seine verschiedenartigen Leistungen nachhaltig erbringen könne.

Es wurde zunehmend schwieriger, eine sachliche Auseinandersetzung zu gewährleisten, als sich herausstellte, daß objektive Daten über die Schadenshöhe und Kosten fehlten, die sich bei gegebener Wildbestände und standörtlichen Faktoren ergeben. SPEIDEL (1975 a, S. 250) forderte deshalb, zunächst nachprüfbare Grundlagen für die weitere Diskussion dieses wichtigen Problems zu erheben. Er schlug vor, durch eine Großrauminventur Kriterien für eine volkswirtschaftlich tragbare Wildbestände abzuleiten. Sie ist erreicht, wenn der Schaden und die Kosten durch Wild abzüglich des Nutzens durch Wild und Jagd im Verhältnis zum Bruttoproduktionswert einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Das zulässige Verhältnis sollte von politischen Gremien festgelegt werden (SPEIDEL, 1975 b).

Die vorliegende Arbeit behandelt im Rahmen dieses Vorhabens den Teilbereich der Schälsschäden. Sie untersucht Methoden, Schälsschäden sowohl am Einzelstamm als auch hinsichtlich der Bedeutung für den Gesamtbestand zu erheben und zu bewerten. Dabei sollen die waldbaulichen Möglichkeiten, Schälsschäden durch Pflege- und Durchforstungseingriffe zu verringern, eine wichtige Rolle spielen. Da die waldbaulichen Verhältnisse großen Schwankungen unterliegen und die Entwicklung kaum exakt vorherzusagen ist, ist ein Bewertungsmodell abzuleiten, das die waldbaulichen Möglichkeiten zur Schadensreduktion weitgehend berücksichtigt.

Zur Erhebung der Aufnahmedaten ist ein Stichprobenverfahren zu entwickeln, das der ungleichmäßigen Verteilung der Schäden gerecht wird. Für die statistische Fehlerberechnung und für die Bestimmung des erforderlichen Stichprobenaufwandes sind besondere Methoden anzuwenden, da das Schälprozent als Verhältniswert einer nur schwer zugänglichen Verteilung unterliegt (vgl. S. 37 f).

Nachdem die Schäden in einem Bestand mit Hilfe des Bewertungsmodelles verschiedenen Nutzungsphasen zugeordnet sind, ist in einem weiteren Schritt der Schaden zu berechnen, der pro Baum in einer bestimmten Nutzungsphase auftritt. Der höchste Schaden pro Baum entsteht in der Endnutzung; für diese Nutzungsphase ist deshalb ein besonders genauer Schadenswert abzuleiten. Abschließend soll eine Fehlerrechnung die Bedeutung der verschiedenen Einflußfaktoren aufzeigen.

Da die Entstehung der vorgefundenen Schäden in einem Betrieb zum großen Teil bereits längere Zeit zurückliegt, läßt der Gesamtschaden eines Betriebes keinen Rückschluß

auf die tragbare Wilddichte zu. Rückschlüsse sind nur möglich, wenn der laufende Schaden erfaßt wird. Es soll deshalb versucht werden, den laufenden Schaden als Weiserwert für eine tragbare Wilddichte heranzuziehen. Dabei soll nach Möglichkeit auch ein für die Forsteinrichtung geeignetes Kontrollinstrument entwickelt werden.

Am Schluß der Arbeit ist zu klären, welcher Fehler bei der Bewertung entsteht, welche Änderungen des Verfahrens möglich oder erforderlich sind und welche Konsequenzen sich für die Anwendung in einer Großrauminventur ergeben.

1.1 Entwicklung des Wildschadenproblems

Bereits um die Wende vom 16. zum 17. Jahrhundert wird in der Literatur, so bei Shakespeare ¹⁾, das Phänomen des Schälens beschrieben. In Deutschland berichtet BÖSEN 1753 über Schälsschäden, welche "... an anderen Orten noch weniger bekannt und nur hier im Haarz ... in den letzten 20 - 30 Jahren her erst ... so stark angefangen" (zit. nach REUSS 1888, S. 19). Anfang des 19. Jahrhunderts wird auch aus anderen Gebieten über zunehmende Schälsschäden berichtet (REBER 1825 und PFEIL 1831 zit. nach REUSS 1888, S.23).

Das Revolutionsjahr 1848 mit seinen einschneidenden Auswirkungen auf die Jagd und den Wildstand konnte die rasche Ausbreitung der Wildschäden nur noch geringfügig verzögern. Nach PETRI (1979) erreichten in Baden nach drastischer Reduzierung das Rehwild bereits nach zehn Jahren, das Rotwild nach etwa 25 Jahren wieder die Höhe der Ausgangsbestände, um dann in ähnlich starkem Ausmaß weiter anzusteigen. Wildschäden wurden in zunehmendem Maße bekannt. GEHRHARDT (1905, S. 383) bestätigt auf Grund seiner

¹⁾ Yea like the stag, when snow the pasture sheets,
The barks of trees thou browsed.
(Antony and Cleopatra, I, 4, 65/66)

Schadensberechnung die Worte "... eines hervorragenden deutschen Forstmannes: 'Die moderne Forstwirtschaft läßt sich mit der Rotwildhege nicht vereinen' ". Die Gründe für das starke Ausmaß der Schäden könnte neben einer hohen Wilddichte auch auf die ökologisch ungünstigen Auswirkungen der Bodenreinertragslehre zurückzuführen sein. In dieser Zeit entstanden zahlreiche Fichtenreinbestände.

In der weiteren Entwicklung verursachte das Reichsjagdgesetz (1934) mit einer starken Betonung des Hegegedankens ein bis heute nahezu unvermindertes Ansteigen der Bestände.

Nach GEHRHARDT (1905, S. 380) führen Schälschäden einen "... Wertverlust herbei, der sich aus folgenden drei Schäden zusammensetzt:

- 1.) Schaden durch abnorme Verringerung der Stammzahl und somit der Masse des Abtriebsbestandes,
- 2.) Schaden infolge von Zuwachseinbuße,
- 3.) Schaden durch Qualitätsverschlechterung."

Auch in der neueren Zeit gibt es keine zuverlässigen Angaben zu den Auswirkungen der Bestandesauflösung und des Zuwachsverlustes. Dagegen gewinnt die ökologische Gefährdung an Bedeutung. So berechnet MAYER (1975, S. 45) die Produktionskosten eines kapitalen Hirsches, die 1925 von der preußischen Staatsforstverwaltung "... für einen jagdbaren Hirsch mit DM 12 000 bis 15000 ..." angegeben werden, mit über einer Million Ö.S. Dabei entfallen etwa ein Drittel der Kosten auf den Verlust der Mischung und das Betriebsrisiko.

1.2 Auswirkungen des Schälens am Einzelbaum

Wegen der schon lange andauernden Bedeutung von Schäl-schäden existiert darüber eine umfangreiche Literatur, die im Hinblick auf die Zielsetzung der Arbeit zusammengefaßt werden soll.

Die Schälwunde bietet durch das Freilegen des Holzes zahlreichen Wundparasiten Angriffsmöglichkeiten. ROEDER (1970, S. 15 ff.) stellt ausführlich dar, wie sich je nach Art der vier Einflußgruppen Wunde, Baum, Pilz und Standort eine Fülle unterschiedlicher Schadkonstellationen ergibt. Für die vertikale Ausdehnung der Stammfäule findet er als wirksamste Einflußgröße die Länge der zwei längsten Schälwunden.

Die Wundfäule wird durch eine Gruppe verschiedener Pilze hervorgerufen, hauptsächlich durch Polyporus- und Stereumarten. Fomes annosus spielt eine geringe Rolle (MENG 1978, S. 157); Wundfäulen sind daher von der Rotfäule zu unterscheiden.

Nach ROEDER (1971, S. 907) kommt es in 99,7 % aller Fälle zur Infektion. Dagegen stellte MENG (1978, S. 124) bei Rückeschäden ein Fäuleprozent zwischen 20 und 30% fest. Die Tiefe der Verletzung und die Größe der Wundfläche sind dabei von großer Bedeutung. "Kleinschäden unter 10 cm² sind belanglos und führen in der Regel nicht zu einer Infektion durch holzzerstörende Mikroorganismen" (MENG 1978, S. 129). Die im engeren Sinne "gefährliche" Verletzung beginnt nach MENG bei Wundflächen über 30 cm². MENG beschreibt die Beziehung zwischen "Fäuleprozent pro Wunde" (y) und "Schadensgröße in cm²" (x) mit

$$y = -5,53 + 4,17 \sqrt{x} \quad (r = 0,83)$$

Der Zusammenhang ist bis zu Werten von $y = 50 \%$ durch Auswertung von Versuchen belegt. Extrapolationen für $y > 50 \%$ sind nur mit Vorbehalt möglich. Versucht man dennoch, die Wundgröße für das von ROEDER gefundene Fäuleprozent ($y = 99,7 \%$) zu errechnen, so ergibt sich $x = 500 \text{ cm}^2$. Eine derartige Wundgröße liegt bei Schälwunden in einem mittleren Rahmen. Dadurch könnten sich unter der o. a. Einschränkung die unterschiedlichen Ergebnisse bei Rücke- und Schälschäden erklären lassen. Allerdings kommen vor allem bei der Winterschäle auch wesentlich kleinere Wunden vor, deren Infektionsgefährdung geringer ist. ¹⁾

Die genauen Auswirkungen der die Infektion bestimmenden Faktoren sind ohne zumindest standörtlich differenzierte Untersuchungen nicht näher zugänglich. Um dennoch die offensichtlich unterschiedliche Infektionswahrscheinlichkeit zu berücksichtigen, bieten sich vorläufig folgende Alternativen an:

- Es wird angenommen, die Infektion hafte an jedem Baum verursache aber nur eine geringere mittlere Faulhöhe aller geschälten Bäume.
Diese Lösung führt zu fehlerhaften Ergebnissen, weil eine mittlere Faulhöhe nicht zu einer mittleren Wertminderung führt.
- Die Schälwunden werden einzelstamm- oder stichprobenpunktweise Schälklassen mit unterschiedlicher Infektionswahrscheinlichkeit zugeordnet (vgl. HILDEBRANDT 1969, S. 217).
Diese Lösung hat den Nachteil, daß die okulare Einschätzung mit den tatsächlichen Gegebenheiten

¹⁾ Dabei bleiben durch die Temperatur verursachte Änderungen der Infektionsbedingungen bei Pilzen und Wirtspflanze unberücksichtigt.

übereinstimmen muß, was nur nach örtlichen Voruntersuchungen möglich ist.

Bei MANTEL (1962, S. 67 ff.) werden Bewertungsmethoden vorgestellt, bei denen unterschiedlichen Schälgraden ¹⁾ unterschiedliche Entwertungsziffern zugeordnet sind. Dieses Vorgehen berücksichtigt die vielfältigen Zusammenhänge bei den Auswirkungen von Schäl Schäden vermutlich am besten. Voraussetzung für die Anwendung sind allerdings (wie bei HILDEBRANDT) eingehende Voruntersuchungen, in denen die Zusammenhänge zwischen Schälgrad und Entwertung abgeleitet werden. Möglicherweise eignet sich dazu die Erfassung in der Buchführung (vgl. S.52f).

1.2.1 Minderung der Holzproduktion

Durch Fäule wird der Erlös aus dem Holzverkauf stark reduziert. Erst neueste Untersuchungen (SCHULZ 1978, S.64) berichten "überraschend" über "positive Eigenschaften" von Spanplatten, wenn fäulnisbefallene Endstücke aus geschälten Fichtenbeständen verwendet werden. In jedem Fall bewirkt die Fäule bei Stammholz eine empfindliche Sortenverschiebung, da das befallene Stammstück einer geringeren Verwendung zugeführt werden muß (vgl. S.54f).

ROEDER (1970, S. 98) konnte keine Zuwachsverluste an geschälten Stämmen nachweisen. Es ergab sich "eindeutig, daß eine durchschnittliche Zuwachsminderung in der Größenordnung von 10 % und darüber keinesfalls in Betracht kommen kann". Es sei "zu bedenken, daß keine die Assimilation bestimmenden Pflanzenteile bei der Schälverletzung getroffen werden" (S.114). Dagegen ist BAADER (1956) der Meinung, daß beträchtliche Zuwachsverluste in Form von Stammzahlreduzierungen möglich sind. Auf Probeflächen in

¹⁾ Der Schälgrad beschreibt die Intensität des Schälschadens am Einzelstamm. Die Definition bezieht sich entweder auf den Anteil des freigelegten Holzes am Gesamtumfang oder auf den Fortschritt der Überwallung.

vier Bestände im Alter von 39-43 Jahren des Forstamtes Kempfeld lag die Stammzahl des verbleibenden Bestandes bei 56% der Durchschnittsziffer gesunder Bestände, wobei der Ausfall durch Ringschäle, Schneebruch, Sturm und Dürre bedingt war. Auch MICKLITZ (1915), GEHRHARDT (1905 und SCHIMITSCHEK (1939) geben Zuwachsverluste an, die zwischen 11% und 35% liegen. Demgegenüber sehen WIEDEMANN (1929), KRÄUTER (1964) und HILSCHER (1964) Zuwachsverluste als unbedeutend an.

Im Rahmen einer Inventur sollte diese umstrittene Frage ausgeklammert werden. Zuwachsverluste sowohl am Einzelstamm als auch für den Bestand bleiben deshalb unberücksichtigt.

Als erhöhte Risikofaktoren sind vor allem Schnee- und Windbruch zu nennen. Bei Belastungen des Baumes durch Schnee oder Wind ist die Stelle höchster Knickbeanspruchung statisch bestimmt durch die Lage des Kräfteschwerpunktes in der Krone im Verhältnis zur Stammachse (BORCHERS 1964). Diese Stelle liegt in nicht näher beschriebener Abhängigkeit in der unteren Kronenregion und wandert mit dem Alter zunehmend nach oben. Offensichtlich bestätigt die Erfahrung solche Überlegungen. In einem bestimmten Alter muß sich die Höhe des knickgefährdeten Stammteiles mit der durchschnittlichen Höhe von Schälwunden decken. Dies ist im Dikungs- bis Stangenholzalter der Fall. Begänge in schneebruchgeschädigten Dickungen und Stangenhölzern haben gezeigt, daß die ausgefallenen Bäume nahezu ausnahmslos in Höhe der Schälwunde geknickt waren.

Dadurch ist jedoch noch nicht erwiesen, daß der Schaden nicht auch ohne Schälwunde entstanden wäre. Allerdings ist das Bruchrisiko in der Schälwunde erhöht, solange die

Wunde nicht überwallt und der für die Festigkeit entscheidende äußere Holzmantel durch ausfallenden Durchmesserzuwachs im Bereich der Wunde unterbrochen ist und dort wie ein Fallkerb wirkt.

Nachdem die Wunde geschlossen ist, ergibt sich nach BEISEL (1972, S. 56 ff.) auch dann kein höheres Bruchrisiko, wenn 50 % des Stammdurchmessers durch Fäule festigkeitsmäßig ausgefallen sind.

Demnach gibt es in jungen Beständen vermutlich eine Periode von ca. zehn Jahren, in der Schälsschäden mit großer Wahrscheinlichkeit zu einem höheren Bruchrisiko führen. Auf schnee- und sturmbruchgefährdeten Standorten muß deshalb bei Schälsschäden neben dem Wertverlust auch das Bruchrisiko bewertet werden.

So wird etwa im Forsteinrichtungswerk der Stadt Wildbad ein Fichten-Forchen-Stangenholz beschrieben, aus dem die Fichte "durch Schälen und anschließenden Bruch" weitgehend ausgeschieden war.

Vorläufig sind die Zusammenhänge bei der Risikobeurteilung zu wenig geklärt, um in einer Schadensbewertung berücksichtigt werden zu können. Der abgeleitete Schaden ist daher ein Mindestschaden.

1.2.2 Beeinträchtigung der Infrastrukturleistung

In schälgefährdeten Betrieben unterliegt vor allem der intensive Waldbau einem hohen Risiko. Zukünftig zu erwartende Schäden stellen nicht nur das Ziel von Pflege- und Durchforstungs Eingriffen sowie die Auswahl von Z-Bäumen in Frage, sondern auch die standörtlich angepaßte Baumartenzusammensetzung. Dabei spielt die noch unzureichend erforschte Schälgefährdung der verschiedenen Baumarten wahrscheinlich eine geringere Rolle als deren unterschiedliche Entwertung.

Buchen- und Edellaubholzbestände werden bei höherem Schälprozent so stark entwertet, daß sie oft durch neu anzulegende Bestände ersetzt werden müssen. So wurden im Gräflisch Solmschen Forstamt Laubach (im Buchenoptimum gelegen) ca. 40jährige Buchenbestände mit der Planierraupe zusammengeschoben, weil massive Schälschäden keine lohnende Holzproduktion mehr versprachen. Betriebswirtschaftliche und forstnutzungstechnische Überlegungen führten zu einer Neuaufforstung mit Fichte. Nur die Fichte versprach, den zeitlichen Verlust von vierzig Jahren einzuholen und trotz Schälschäden in höheren Stammbereichen gesunde und wertvolle Stammteile zu produzieren.

Schälschäden führten in diesem Beispiel zu einer von allen Beteiligten unerwünschten Baumartenwahl. Sie verdrängten die Buche von ihren besten Standorten, auf denen sie langfristig erhalten bleiben sollte.

Neben den negativen Auswirkungen auf die Baumartenzusammensetzung und die Intensität waldbaulicher Maßnahmen mindern bei starken Schälschäden vermehrte Ausfälle durch Schnee- und Windbruch die Schutzwirkung (v.a. Boden-, Erosions- und Wasserschutz) in jungen Beständen und beeinträchtigen den ästhetischen Eindruck der Waldbilder. Sie verringern bei flächigem Ausfall die Nachhaltigkeit aller Funktionen.

1.3 Bisher durchgeführte Inventuren

1.3.1 Inventur in Rheinland - Pfalz

Die Inventur erfaßte den öffentlichen Wald von Rheinland-Pfalz. Sie war zeitlich und finanziell begrenzt und konnte deshalb nur "unterste Näherungswerte" (BAADER 1956, S. 198) liefern. Eine intensivere Aufnahme hätte "unbe-

streitbar weit höhere Schätzungen" (BAADER, 1956, ebd.) ergeben.

Die Inventurgrößen "Schälgrad" und die jeweils entsprechende "Fläche" wurden durch eine Umfrage bei den einzelnen Forstämtern erhoben. Dabei genügte nach BAADER die Einordnung in drei Schälabstufungen (20, 50 und 80 %) ¹⁾. Kontrollmessungen in den verschiedenen Besitzarten ergaben Korrekturfaktoren, die zumeist eine Verschiebung zu höheren Schadenswerten erforderlich machten.

Für die Bewertung ganzer Bestände sollte nicht der Mittelstamm verwendet werden, weil dadurch schwache Stammklassen zu hoch bewertet werden und der Schaden im ganzen überschätzt wird. Der Wert des Mittelstammes wurde deshalb mit der Durchmesserstruktur korrigiert und ergab dann ein "Entwertungsprozent" ²⁾ zwischen 9 und 18 %. Nach nochmaliger Umrechnung war letztlich die Altersklasse Eingangsgröße für eine durchschnittliche Wertminderung pro Festmeter.

Die Untersuchung ergab im öffentlichen Wald für den stehenden Vorrat an Fichte einen Schaden von ca. 16 Millionen DM (BAADER 1956, S. 202). Der gesamte Schaden (alle Baumarten; Schälen, Verbiß und Fegen) beläuft sich auf 50 Millionen DM (BAADER 1956, S. 206). Dies müsse (s.o.) als unbestreitbares Minimum angesehen werden. In geschälten Beständen des öffentlichen Waldes beträgt damit der mittlere Schadenswert pro Hektar 2.600.- DM.

BAADER beurteilt die Entwicklung der Schälsschäden, indem er die Schälprozente der Altersspanne 15 - 40 mit denen

1) Eine genauere Abgrenzung der Klassen nennt BAADER nicht.

2) Das Entwertungsprozent bezeichnet denprozentualen Verlust bei der landesüblichen Verwertung geschälter Stämme gegenüber ungeschälten Stämmen (BAADER 1956, S. 200 f.)

der Altersklasse 41 - 60 vergleicht. Danach sind die Schäden in einzelnen Gebieten rückläufig, zeigen aber in anderen Betrieben eine bedenkliche Aufwärtsentwicklung. In der Mehrzahl der Fälle ist die künftige Entwicklung nicht abzusehen.

Die angewandte Methode kann nur einen groben Einblick in die Entwicklung der Schäden geben. Vor allem machen es Unterschiede in der Stammzahl und der Höhe der bereits durchgeführten Durchforstungen schwierig, von vergleichbaren Voraussetzungen auszugehen.

1.3.2 Inventur in Niedersachsen

KATÓ (1969) erhob Grundlagendaten bei allen niedersächsischen Forstämtern durch eine Umfrage, die er durch Untersuchungen auf 32 Aufnahmeflächen kontrollierte. Zur Schadensberechnung wurden die Bestände in Alters- und Leistungsklassen gruppiert und die tatsächliche Einschlagsmenge auf Durchmesserstufen verteilt. Die Sortenbildung in den einzelnen Durchmesserstufen konnte aus Erhebungen in drei Forstämtern abgeleitet werden.

Als nächster Schritt wurde die Sortenverteilung mit und ohne Fauleinwirkung verglichen. Schließlich konnte der Gesamtschaden je Festmeter einer Durchmesserstufe als Verlust aus Holzpreis- und Erntekostendifferenzen dargestellt werden.

Es ergab sich für die Fichte im Staatswald Niedersachsen ein jährlicher Verlust von 5.3 Millionen DM; das entspricht 52.- DM/ha oder 10.- DM/fm.

Der ermittelte Schaden ist die momentan wirksame Wertminderung beim Einschlag und Verkauf. Der durchschnittliche

Schaden kann davon abweichen, wenn die Altersklassen ungleichmäßig geschält oder verteilt sind. Vor allem aber besteht kein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Schaden, dessen Entstehung längere Zeit zurückliegt, und dem momentanen Schadverhalten des Wildes.

2 Vorschlag für eine waldbaulich differenzierte Bewertung

2.1 Allgemeine Grundlagen

2.1.1 Waldbauliche Bedeutung von Schälsschäden

Bei der Schadensbewertung im Rahmen von Entschädigungsforderungen kann nach den jagdrechtlichen Bestimmungen nur der jeweils neue Schaden ersetzt werden (MANTEL 1968, S. 69). Das Bundesjagdgesetz sieht dafür einen Zeitraum von einem halben Jahr vor (§ 34).

Die vorliegende Arbeit befaßt sich zunächst mit dem Gesamtschaden eines Betriebes unabhängig von der Dauer des Schadens. Danach (vgl. Kap. 5, S. 72 ff.) soll auch der laufende Schaden untersucht werden.

Bei der Bewertung erscheint es wichtig, für die einzelnen Bestandesglieder den Zeitpunkt der Nutzung festzulegen. Denn es spielt eine erhebliche Rolle, ob ein schälgeschädigter Baum im Rahmen der Jungbestandspflege, der Durchforstung oder erst in der Entnutzung aus dem Bestand ausscheidet. In der Jungbestandspflege wird kein Schaden berechnet, in der Durchforstung ist er beim Einzelbaum gering, und erst in der Entnutzung tritt der Hauptschaden auf.

In den einzelnen Phasen soll mit Durchschnittssätzen pro geschädigtem Baum gerechnet werden (vgl. Kap. 4, S. 49 ff.)

Dabei wird die letzte Durchforstung zur Endnutzung hinzugezählt und die Summe der Bäume mit E (Endbestand) bezeichnet. Die Höhe der Zahl E hängt in hohem Maße von den unterschiedlichen waldbaulichen Maßnahmen ab. Bei den nachfolgenden Untersuchungen soll eher mit einer geringfügig niedrigeren Zahl gerechnet werden, um dem Vorwurf einer zu hohen Schadensbewertung von vornherein zu begegnen.

Außer dem Betriebszieltyp und der Stammzahl E ist von Bedeutung, welche Grundsätze bei der Durchforstung angewendet werden. Die Höhe des Schadens wird wesentlich durch die realen Möglichkeiten bestimmt, das Schälprozent im Rahmen von Durchforstungen zu senken. HILDEBRANDT (1959, S. 216) kommt nach Probeauszeichnung von ca 1100 Z-Bäumen pro Hektar zu dem Ergebnis, daß "trotz der erheblichen Stammzahlverminderung durch ... Durchforstungen ... nur mit einer sehr unbedeutenden Verminderung des Schadensprozentos zu rechnen" ist. ... "Eine Verminderung des Schadensprozentos um 5 % vom derzeitigen Zustand bis zum Abtrieb dürfte in den meisten Fällen die höchste vertretbare Kürzung bedeuten".

Demgegenüber konnte LOOSEN (1977, S. 65) in zwei hinsichtlich der Stammzahl verschiedenartigen Beständen (3100 und 2000 Bäume je Hektar) bis zur Endnutzung einen Rückgang des Schälprozentos von 28 % auf 15 % und von 63 % auf 33 % nachweisen. Dabei ist eine Z-Baumzahl von 400/ha angestrebt. Dieses Ergebnis läßt vermuten, daß durch verstärkte Stammzahlreduzierung - 'Gesunddurchforsten' - das Schälprozent älterer Bestände gesenkt werden kann. Diese Einflußnahme ist bei bisherigen Inventuren offenbar nicht ausreichend berücksichtigt. Darüberhinaus ist es denkbar, daß es ein (relativ geringes) Schadensausmaß gibt, bei dem der Endbestand noch gar nicht in Mitleidenschaft gezogen wird.

Grundsätzliche Einigkeit besteht darüber, daß in stark geschälten Beständen ein intensiver Waldbau nicht mehr sinnvoll betrieben werden kann (vgl. S.9). Unklar bleibt allerdings die Durchforstungsstärke. BORGMANN (1930, S. 427) befürchtet, daß ein Bestand beim Versuch des 'Gesundzudurchforstens' "in kurzer Zeit so verhaue sein würde, daß er Schnee- und Windbruchschäden preisgegeben wird". Er folgert, daß geschälte Bestände "so zu durchforsten sind, als ob sie nicht geschält werden."

Auch diese Arbeit geht davon aus, daß geschälte Stämme Art und Stärke von Durchforstungen nicht verändern. Eine zu schwache Durchforstung verringert die Bestandesstabilität und führt zu geringerwertigen Stammdimensionen, während zu starke Eingriffe die Schälgefährdung des Restbestandes erhöhen, möglicherweise Zuwachsverluste verursachen und ebenfalls die Bestandesstabilität mindern können.

Als Zwischenergebnis soll zunächst festgehalten werden, daß es in zahlreichen Fällen möglich sein wird, einen Bestand im Zuge regulärer Pflegemaßnahmen gesund zu durchforsten. Für den Einzelbestand wird diese Aussage noch differenziert (vgl. S. 22 ff.).

2.1.2 Kritisches Schälprozent SK

Das Schälprozent, bei dem eine Zahl von E ungeschälten Zukunftsbäumen gerade noch erreicht werden kann, wird als kritisch bezeichnet. Folgende Überlegungen bestimmen die Berechnung:

Bei der Ausgangsstammzahl A eines Bestandes ist die Anzahl der Bäume, aus der jeweils ein E-Baum gewählt werden kann

$$\frac{A}{E} \quad (1)$$

Ein Anteil p (unterschiedlich nach Baumart, Alter und Stammzahlhaltung) kommt als 'E-Baum' ¹⁾ wegen unzureichender Vitalität und Qualität nicht in Frage. Es verbleiben als mögliche E-Bäume

$$\frac{A}{E} (1-p) \quad (2)$$

Wegen eines für die Bestandesentwicklung erwünschten mehr oder weniger gleichmäßigen Abstandes sollen bei der Auswahl der E-Bäume jeweils mindestens $a = 2$ potentielle E-Bäume zur Verfügung stehen. Die übrigen möglichen E-Bäume (mit Formel (2) abgeleitete Anzahl um 2 verringert) können dann geschält sein, ohne den 'E-Bestand' ²⁾ zu gefährden.

$$\frac{A}{E} (1 - p) - 2 \quad (3)$$

Das Verhältnis der höchstzulässigen Zahl geschälter E-Baumanwärter (3) zur Zahl der zur Auswahl stehenden E-Bäume (2) ergibt das kritische Schälprozent (im folgenden als Anteil SK ausgedrückt).

$$SK = \left(\frac{A}{E} (1 - p) - 2 \right) : \left(\frac{A (1-p)}{E} \right)$$

$$SK = \left(1 - \frac{2 E}{A (1-p)} \right) \quad (4)$$

¹⁾ Ein E-Baum ist ein Baum aus der Zahl von E Bäumen, die vor der letzten Durchforstung mindestens vorhanden sein sollen.

²⁾ Der E-Bestand bezeichnet die Gesamtheit von E Bäumen, die vor der letzten Durchforstung mindestens vorhanden sein sollen.

2.1.3 Schaden im Endbestand

Nach Umformung der Formel (4) ergibt sich bei einem bestimmten Schälprozent S (im folgenden ebenfalls als Anteil ausgedrückt) die Zahl der theoretisch möglichen E-Bäume ET (dabei wird E mit ET gleichgesetzt)

$$ET = \frac{A}{2} (1 - p) (1 - S) \quad (5)$$

Ist $ET < E$, so tritt eine Anzahl (GE) geschädigter Stämme im Endbestand auf.

$$GE = E - ET$$

$$GE = E - \frac{A}{2} (1 - p) (1 - S) \quad (6)$$

In Beständen, die eine Mindeststammzahl AM unterschreiten, sind die Voraussetzungen für die Formeln (4) und (5) nicht mehr gegeben. AM ist die Grenze, bei deren Überschreitung eine ordnungsgemäße Z-Baumauswahl und Gesunddurchforsten nicht mehr möglich sind. Deshalb wird unterstellt, daß sich der Schaden anteilmäßig auf E-Bäume und den übrigen vor der 'Endnutzung' noch ausscheidenden Bestand verteilt.

$$GE = E \cdot S \quad (7)$$

(7) ergibt die Obergrenze für GE (vgl. Abb. 1). Im übrigen gilt (6). Dieses Verfahren soll an späterer Stelle weiter entwickelt werden (s. S.22 ff.).

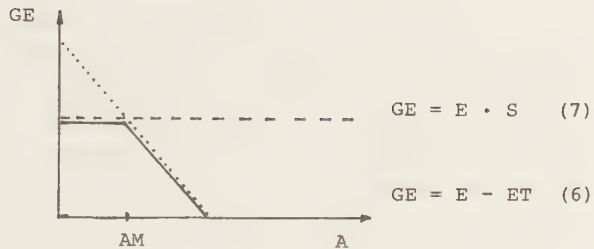


Abb. 1: Wechsel der Berechnungsformeln (6) und (7)

2.1.4 Schaden in der Bestandespflege und der Durchforstung

Bestandespflege und Durchforstung unterscheiden sich durch die Verwertbarkeit des anfallenden Materials. Die Grenze ist zwar am besten mit dem Stammdurchmesser gekennzeichnet, hilfsweise wird hier jedoch von einer bestimmten Stammzahl AV ausgegangen. Sie wird nach waldbaulichen und forstnutzungstechnischen Erfahrungen näherungsweise festgelegt. Bei der Zuordnung des Schadens wird zunächst (vgl. S. 27) in einem ersten Schritt geprüft, welcher Schaden im Endbestand auftritt. Der Schadensanteil, der dann noch rechnerisch über AV bleibt, entfällt auf die Jungbestandespflege und wird mit Null bewertet. Der übrige Schaden ist der Durchforstung zuzuordnen.

Das dabei unterstellte Gesundpflegen wird wohl nicht immer möglich sein auf jeden Fall aber schematische Eingriffe verhindern. Es müssen dann weniger kostengünstige Verfahren gewählt werden. In der Praxis kann deshalb schon ein Schaden entstanden sein, wenn er hier noch bei Null liegt.

2.1.5 Verzinsung

Die bisher beschriebene Schadenserhebung ermittelt die Anzahl geschädigter Bäume, die voraussichtlich bei Durchforstungen (GD) und bei der 'Endnutzung' (GE) anfallen (wobei die letzte Durchforstung rechnerisch zur Endnutzung zählt). Der Schaden wird erst zum Zeitpunkt der Nutzung wirksam. Deshalb muß der Wert für Entschädigungszwecke diskontiert werden. Dabei steigt die Unsicherheit mit längeren Diskontierungszeiträumen stark an.

Beim Schaden, der erst in der Endnutzung auftritt, kann deshalb die Höhe des dann erreichten internen Zinsfußes und die tatsächliche Dauer des Diskontierungszeitraumes einen höheren Einfluß auf die wertmäßige Schadenshöhe haben als die Genauigkeit der naturalen Schadenserhebung.

Im Rahmen dieser Untersuchung soll es nicht um die Höhe einer Entschädigung, sondern um die Ermittlung einer Meßzahl gehen, die eine Aussage über die mittlere Schadenssituation in einem Betrieb zuläßt. Dabei soll weniger der finanzielle als der naturale Schaden im Vordergrund stehen. Deshalb könnte eine etwaige Verzinsung zu erheblichen Verzerrungen des gesuchten Wertes führen: so entstünde der finanziell ermittelte Wertverlust in Aufbaubetrieben durch einen wesentlich höheren naturalen Schaden, weil der Verlust erst später wirksam wird und länger diskontiert werden muß.

Der hier eingeführte Wert berücksichtigt die Verzinsung nicht und ist deshalb kein herkömmlicher Schadenswert. Er kennzeichnet den Schaden, der auf Grund der momentanen Situation im Verlauf einer Umtriebszeit durchschnittlich zu erwarten ist.

2.1.6 Schutzmaßnahmen

Art und Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Schutzmaßnahmen zählen als Mehraufwendungen grundsätzlich zum Schaden. Allerdings dürfen die Mehraufwendungen nur dann zum Schaden gerechnet werden, wenn sie technisch und wirtschaftlich zweckmäßig sind. Eine exakte Nachprüfung, ob die in der Vergangenheit angewandten Schutzmaßnahmen dieser Anforderung entsprechen, stößt auf erhebliche Schwierigkeiten; denn eine nachträgliche Rekonstruktion der Situation im Zeitpunkt der Entscheidung ist selten möglich, da sich die bestimmenden Faktoren geändert haben.

Es wird deshalb nicht weiter verfolgt, die Angemessenheit von Schutzmaßnahmen zu überprüfen. Vielmehr muß zunächst angenommen werden, daß die Notwendigkeit fachkundig eingeschätzt und die vorhandenen Schutzmaßnahmen in der Regel zweckmäßig waren.

Dabei gelten allerdings gewisse Grenzen. So kann etwa der Zaun nicht vorbehaltlos als geeignete Schutzmaßnahme gegen Schälsschäden gelten. Der Zaun ist sicher ein wirksames Mittel um Verbiß zu verhindern; da aber die Dauer seiner Wirksamkeit keinesfalls 15 bis 25 Jahre überschreitet, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, wenn Schälsschäden verhindert werden sollen.

Dagegen kann einmaliges Rindenkratzen für eine befriedigenden Schälenschutz genügen. Die hier entstehenden Kosten können deshalb als Richtgröße für den finanziellen Ansatz bei anderen Maßnahmen gelten, die nicht ausschließlich gegen das Schälen gerichtet sind. Die Kosten belaufen sich bei 700 Bäumen mit je 1,30 DM auf 910 DM pro Hektar (vgl. LOOSEN, 1977, S. 19). Auch die - theoretische - Frage nach der Nutzenschwelle kann damit beantwortet werden. Mit Hil-

fe der durchschnittlichen Entwertung pro E-Baum von 40.- DM (s. Tab. 6, S. 60), läßt sie sich mit 23 geschälten Bäumen des Endbestandes (GE) berechnen. ($910 : 40 = 23$).

Weiterhin ist die Wirksamkeit des Schutzes ordnungsgemäß gekratzter Bäume ein wichtiger Weiser für die momentane Schadsituation. Offenbar hängt die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen von der Höhe der Schadintensität ab (KÖNIG, 1974, S. 2).

Werden deshalb in einem Bestand neben ungeschützten auch geschützte Bäume mit bereits verkrusteter Rinde geschält, hat der Schaden in jedem Falle eine Grenze überschritten, die hier als 'untragbar' bezeichnet wird.

Sind keine geschützten Bäume (AG) geschält, entsteht kein Schaden im Endbestand, wenn $AG \geq E$. Für $AG < E$ (ein wohl theoretischer Fall) wird angenommen, daß sich der Schaden anteilmäßig auf die ungeschützten Bäume des 'E-Bestandes' verteilt: $GE = (E - AG) \cdot S$.

2.1.7 Ungleichaltrige Bestände

In Naturverjüngungen und in Beständen mit starker sozialogischer Differenzierung kann die Gesamtstammzahl weder Bezugsgröße für das Schälprozent noch für die waldbaulichen Schäden sein. Zum einen ist ein Teil der Stämme möglicherweise noch nicht im schälgefährdeten Alter, zum andern ist ein erheblicher Teil der beherrschten Schicht auf die Stammzahlentwicklung des herrschenden Bestandes ohne Einfluß. Als Bemessensgrundlage gilt deshalb die Anzahl derjenigen Pflanzen, die für die Entwicklung des Bestandes von Bedeutung sind. Diese relativ unscharfe Definition erfordert im Einzelbestand eine individuelle Entscheidung. Genauere Abgrenzungen erscheinen jedoch in allgemeiner und gleichzeitig kurzer Form nicht möglich.

2.1.8 Faulanteile durch andere Schadursachen

Neben der Fäule, die durch Schälwunden verursacht wird, treten Wundfäulen auf, die auf Rückeschäden und sonstige Stammverletzungen zurückzuführen sind. Außerdem kommt als Kernfäule die Rotfäule, verursacht durch *Fomes annosus*, vor. Bei gleichzeitigem Auftreten ist für die genaue Abgrenzung der Fäuletypen innerhalb eines Stammes die Entnahme und Abimpfung mehrerer Stammscheiben erforderlich (Pechmann u. Aufsess 1971, S.262). Auch wenn die Fäuletypen in der Regel auf verschiedene Pilzerreger zurückzuführen sind (ders. S.267), ist eine eindeutige Trennung, insbesondere bei starker Schädigung, nicht immer möglich (ders. S.259).

Die Trennung verschiedener Fäulearten ist nicht Ziel dieser Arbeit und muß mykologischen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Ausschlaggebend für die Bewertung ist die erreichte Endfaulhöhe. Dabei kann es in Einzelfällen möglich sein, getrennt nach Faulart unterschiedliche Faulhöhen zu ermitteln und die Wertdifferenz als Einzelschaden anzusetzen. Jedoch auch dieses Vorgehen führt nicht zu Schadenswerten, die in allen Fällen der Realität entsprechen. SCHÖNHAR (1979, S.14) hat nachgewiesen, daß bei Rückeschäden eine rasche Behandlung mit geeigneten Wundschutzmitteln zu einem sehr hohen Rückgang des Fäuleprozents führt. Diese wirkungsvollen Schutzmaßnahmen müssen ihr Ziel verfehlen, wenn früher oder später die Infektion über eine Schälwunde möglich ist. Es ist deshalb in jedem Bewertungsfall zu prüfen, ob bei gleichzeitigem Auftreten mehrerer Wundfäulen der Abzug der Schutzkosten zu einem angemessenen Schadenswert führt.

denen nur die stärksten und vitalsten Stämme dem Äser Widerstand entgegensetzen können und geschält werden;¹⁾

- in der Durchforstung das Ausweichen auf andere Zuwachsträger immer schwieriger wird.

Bei geringer Schälbelastung ist eher E - ET anzuwenden, weil

- die Erfahrung zeigt, daß geringe Schälprozente die Bewirtschaftung relativ wenig beeinflussen;

- der Schaden sich auf ältere Bestände (Stangen- und Baumhölzer) verlagert, in denen die Attraktivität der Rinde beherrschter Stammklassen gleich oder höher einzuschätzen ist als die der herrschenden Stammklassen (HILDEBRANDT 1959, S. 215).

- Schutzmaßnahmen wirksamer werden (KÖNIG 1974, S. 2) und der Schaden eher auf den geringerwertigen Bestandesteil verlagert werden kann. Möglicherweise ist er dann noch geringer als E - ET einzuschätzen.

Der Umstand, daß der tatsächliche Schaden zwischen den aufgezeigten Grenzen liegt, bedeutet, daß er mit der hier vorgestellten Bewertungsmethode unterschätzt wird. Je geringer das Schälprozent und je höher die Stammzahl, desto größer wird der 'Bewertungsspielraum' und desto notwendiger wird ein Ausgleich. Der bisherige Wert (Formel (6)) wird deshalb um einen mit S wachsenden Anteil aus der Differenz der zwei bisherigen Berechnungsvarianten erhöht:

¹⁾ U.U. ist der Schaden sogar höher, denn es ist durchaus wahrscheinlich, daß gerade diese Stämme später einmal Z-Bäume werden. Andererseits kann noch keine Z-Baumauslese durchgeführt werden, so daß noch keine eindeutige Schadzurechnung möglich ist. Es bleibt deshalb offen, ob andere Bestandesglieder den Verlust ausgleichen können.

$$GE = E - ET + S (E \cdot S - (E - ET))$$

$$\text{Mit } ET = \frac{1}{2} A (1 - p) (1 - S) \quad \text{wird}$$

$$GE = E - \frac{1}{2} A (1-p) (1-S) + S (E \cdot S - (E - \frac{1}{2} A (1-p) (1-S)))$$

$$= (E - \frac{1}{2} A (1-p) (1-S)) (1-S) + E \cdot S^2$$

$$= E (1 - S + S^2) - \frac{1}{2} A (1 - p) (1 - S)^2$$

$$GE = E (1 - S \cdot (1 - S)) - \frac{1}{2} A (1 - p) (1 - S)^2 \quad (8)$$

2.1.9.2 Fehler der Formel

Bei der Fehlerbetrachtung der mit Formel (8) errechneten Schadenssumme kann es wegen der Unsicherheit der Annahmen nicht vorrangig darum gehen, einen absoluten Fehler zu ermitteln. Vielmehr soll geprüft werden, wie die einzelnen Größen A, a, E, p und S den Schaden beeinflussen.

Es gilt

$$GE = E (1 - S \cdot (1 - S)) - (1 - S)^2 \frac{1}{a} A (1 - p)$$

Dabei wird angenommen (vgl. S. 29 f.):

$$A = 2000 \pm 150$$

$$a = 2 \pm 0,2$$

$$E = 450 \pm 30$$

$$p = 0,5 \pm 0,05$$

$$S = 0,6 \pm 0,06$$

$$GE = 262$$

Bei Anwendung des Fehlerfortpflanzungsgesetzes gilt die Voraussetzung, daß die Einflußfaktoren voneinander unabhängig sind (vgl. KREYSZIG 1968, S. 332). Da zwischen

a und p ein Zusammenhang besteht (vgl. S. 29), werden diese Größen bei der Berechnung zusammengefaßt.

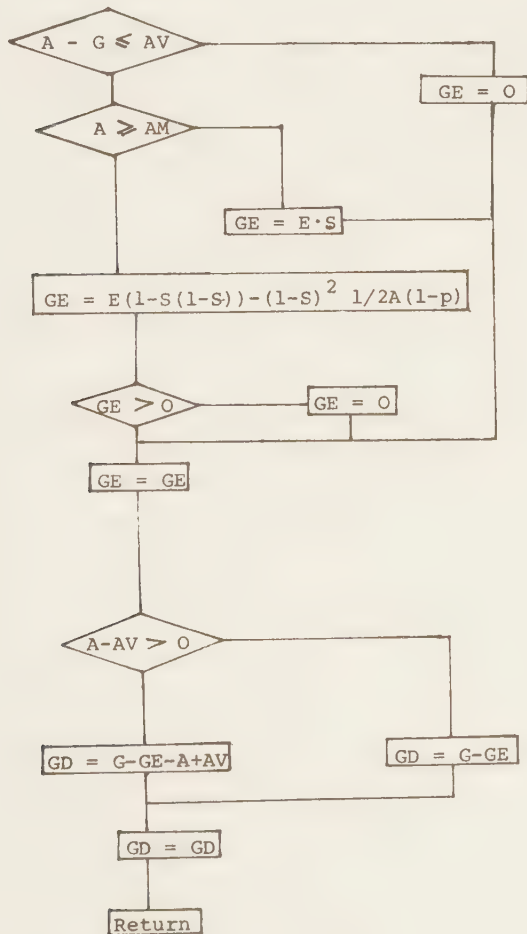
Nach Berechnung der Differentialquotienten (vgl. Anhang) wird der Fehler

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{36 + 520 + 256 + 864} \\
 &\quad (A) \quad (E) \quad (a \text{ und } p) \quad (S) \\
 &= 41 \\
 &\cong 15 \%
 \end{aligned}$$

S ergibt sich als wichtigster Einflußfaktor. Ferner beeinflußt die Genauigkeit von E sehr stark die Höhe des Fehlers, während die übrigen Größen demgegenüber wenig Bedeutung haben.

2.1.9.3 Ablaufdiagramm für die Schadensberechnung

Das Ablaufdiagramm verdeutlicht die Zusammenhänge der vorangehenden Abschnitte und zeigt den rechnerischen Gang der vorgeschlagenen Bewertung. Die Abkürzungen können dem Text oder dem Verzeichnis der Abkürzungen entnommen werden.



Im Ablaufdiagramm bedeutet bei Verzweigungen der Weg nach rechts eine Verneinung, der Weg nach unten eine Bejahung des Entscheidungskriteriums.

Je nachdem, ob die Höhe der vorgefundenen Stammzahl A ein Gesunddurchforsten zuläßt (Kriterium ist eine Mindeststammzahl AM), wird der zu erwartende Schaden ab der letzten Durchforstung (GE) nach Formel (7) oder (8) berechnet. GE kann nach Formel (8) negativ werden und wird dann nicht bewertet.

Als zweiter Schritt wird der Schadensanteil bestimmt, der in der Jungbestandspflege schadensunwirksam beseitigt werden kann. (Definitionsgemäß fallen in der Jungbestandspflege keine verwertbaren Sortimente an). Bleibt die Zahl ungeschälter Stämme ($A - G$) über einer Grenze AV , bei der die Verwertung beginnt, wird der verbleibende Schaden der Jungbestandspflege zugeordnet. In der Durchforstung entsteht dann kein Schaden ($GD = 0$). Sinkt die Zahl der ungeschälten Stämme unter die Verwertungsgrenze AV , entsteht ein Schaden in der Durchforstung. Dabei kann nach Abzug des Schadens im Endbestand ($G - GE$) der über der Verwertungsgrenze AV bleibende Schadensanteil unberücksichtigt bleiben ($G - GE - A + AV$).

2.2 Bewertung und Herleitung der Berechnungsgrundlagen

Wie bereits erwähnt, wird die Schadenshöhe durch die Verwendung unterschiedlicher waldbaulicher Modelle stark beeinflusst. Die Festlegung der im Bewertungsverfahren verwendeten Rechen­daten (E, AV, p und a) muß sich deshalb an den jeweiligen waldbaulichen Gegebenheiten orientieren. Die folgenden Angaben sind aus diesem Grund nur als Richtwerte zu verstehen:

Die Mindestzahl vor der letzten Durchforstung (E) dürfte mit 450 eine Untergrenze darstellen, die die waldbaulichen Möglichkeiten einer angemessenen Stammzahlreduzierung ausnützt und 'zu Gunsten des Wildes' angenommen wird.

Die Grenze, bei der ein Bestand die Aufarbeitungsgrenze (AV) erreicht, hängt in erster Linie von den schwankenden Preis- und Kostenverhältnissen des Holz- und Arbeitsmarktes ab. Unter den gegenwärtigen Bedingungen wird die Grenze in dieser Untersuchung bei einem BHD von 13 cm angesetzt. Dies führt nach den Hilfstafeln von Baden-Württemberg zu einer Stammzahl von 2400. Dieser Wert sollte nicht wesentlich erhöht werden, da sich ein gewisser Ausgleich durch die Verwendung eines mittleren Schadenswertes für den gesamten Durchforstungsbestand ergibt. (Bei relativ niedrigen Ansätzen für den Schaden pro Durchforstungsbaum spielt der Fehler zudem nur eine untergeordnete Rolle.)

Der Anteil (p) der Bäume, die nicht als Z-Bäume geeignet sind, ist abhängig von den Anforderungen, die an Z-Bäume gestellt werden. Bisher wurden bei hohen Z-Baumzahlen jedem der Z-Bäume noch ein oder mehrere, ebenfalls

als Z-Baum mögliche "Reservisten" beigeordnet. Insgesamt war deshalb der Anteil ungeeigneter Stämme bei 20-40 % anzusetzen. In neuerer Zeit fand ABETZ einen weit höheren Wert. Er stellte fest, daß es für 80 - 90% der ausgesuchten Z-Bäume gar keine Alternative gab (mündliche Mitteilung). Damit ist gleichzeitig die Mindestzahl (a) der Bäume auf eins (1) festgelegt, die pro Z-Baum bei der Auswahl frei zur Verfügung stehen sollen.

Ein weiterer Einfluß auf die Höhe von p ist von unterschiedlicher Stammzahlhaltung zu erwarten. Bei hohen Ausgangsstammzahlen ist zwangsläufig auch ein höherer Anteil nicht als Z-Baum geeignet.

In dieser Arbeit wird ein Mittelweg beschritten. Die Anzahl a der möglichen Z-Baumanwärter soll jeweils 2 betragen. Dann muß auch für p ein mittlerer Wert gewählt werden, der hier auf 0,5 festgelegt wird.

Insgesamt können die waldbaulichen Größen p und a nur näherungsweise bestimmt werden. Im Einzelfall können die Werte vom festgelegten Mittelwert abweichen; dabei ist jedoch durch die gegenseitige Abhängigkeit der Größen ein gewisser Ausgleich zu erwarten.

2.3 Praktische Verwendbarkeit des Bewertungsvorschlages

2.3.1 Z-Baumauswahl nach ABETZ

ABETZ fand, daß bei 80 bis 90% der ausgesuchten Z-Bäume kein anderer Baum diesen Anforderungen entsprach (siehe oben). Wiederholte Auswahl durch verschiedene Personen auf derselben Fläche führte stets bis auf wenige Ausnahmen zu demselben Ergebnis und deutete ebenfalls auf den sehr engen Spielraum hin.

Ist demnach ein Z-Baum geschält, so ist in den meisten Fällen ein erheblicher Verlust entstanden: Entweder muß durch Ausweichen auf andere Bestandeglieder ein Zuwachsverlust oder durch Belassen des geschädigten Z-Baumes eine Wertminderung im Endbestand in Kauf genommen werden. Demgegenüber ist der Schaden im übrigen Bestand gering (vgl. S.65 ff.).

Es läge deshalb nahe, wenn bei einer hohen Wilddichte gefordert würde, die wenigen Z-Bäume ausreichend zu schützen. Die anfallenden Schutzkosten einschließlich eines geringen Schadens im Restbestand ergäben dann den kleinsten Verlust und ließen dennoch unter Wahrung des Betriebszieles eine hohe Wilddichte zu.- Dieser Lösung stehen jedoch mehrere Einschränkungen entgegen:

- a) Der Schutz von Z-Bäumen ist nur eine von mehreren Maßnahmen, die zur Lösung des Schalenwildproblems führen können. Erfolg versprechen jedoch nur mehrere kombinierte Maßnahmen, die gleichzeitig auf das gemeinsame Ziel 'Schadensreduktion' gerichtet sind. Dazu gehören intensive Bejagung unter eventuellem Wegfall jagdlicher Restriktionen (Schußzeiten, Fehlabschüsse, Gesellschaftsjagden usw.) bei gleichzeitiger Biotopverbesserung (wozu auch weitständig begründete Kulturen zählen) und gezielte (s.o.) Schutzmaßnahmen (KÖNIG 1974, KALCHREUTER 1977, u.a.). Jede dieser Maßnahmen scheint für sich allein wenig effektiv zu sein. So deutet sich etwa an, daß die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen von der Intensität des Schadendruckes abhängt (KÖNIG 1974, S. 2).

Auch Untersuchungen im Nordschwarzwald zeigten eine unbefriedigende Wirksamkeit des Schutzes (vor allem Rindenkratzen) bei sehr starkem laufendem Schadendruck (SEEMANN 1978)

Es ist deshalb nicht möglich, bei der Bewertung von gleichbleibend wirksamen Schutzmaßnahmen auszugehen. Das wird wahrscheinlich erst gerechtfertigt sein, wenn ein Bündel der oben angedeuteten Maßnahmen zu tragbaren Verhältnissen geführt hat. Zudem ist bei Schutzmaßnahmen neben der wechselnden Wirksamkeit die lange Schutzdauer von 3 - 4 Jahrzehnten zu beachten. Dadurch wird das Risiko erhöht.

- b) Das Verfahren von ABETZ hat zwar seit einigen Jahren Eingang in die waldbauliche Praxis gefunden; dennoch wird es nicht in allen Waldbesitzarten und Bundesländern angewendet.
- c) Bei hohen Wilddichten verlagert sich der Zeitpunkt des Schälbeginns in immer jüngere Bestände. Das Schälen beginnt dann, wenn der Stamm dem Äser genügend Widerstand entgegensetzt. Zu diesem Zeitpunkt ist noch keine Z-Baumauslese und deshalb auch kein Schutz möglich. Wahrscheinlich ist aber bereits an den stärksten und vitalsten Bäumen (und damit den potentiellen Z-Bäumen) ein Schaden entstanden.

2.3.2 Räumliche Verteilung der Schäden

Die räumliche Verteilung der Schälsschäden im Bestand ist sehr ungleichmäßig. "Der Schälsschaden tritt nahezu in allen untersuchten Beständen gruppenweise auf." (HILDEBRANDT 1959, S.214). Auch LOOSEN (1977, S.20a) konnte keine gleichmäßig verteilten Schälsschäden feststellen. Vor allem im Bestandesinneren können "örtlich Schadenskonzentrationen von bedeutendem Ausmaß" auftreten. Diese Feststellung wird auch von anderen Autoren bestätigt.

Neben dem Schälprozent (S) ist auch die Stammzahl (A) innerhalb eines Bestandes recht großen Schwankungen unterworfen. Wird der Schaden im Endbestand (GE) mit mittleren Werten von A und S berechnet, kann das Ergebnis von der Summe der jeweiligen Einzelberechnung abweichen. Je

größer allerdings der Umfang der Stichprobenerhebung wird, desto eher ist eine Annäherung der Berechnungsarten wahrscheinlich. Für 25 Einzelwerte ergab sich bei LOOSEN (1977, S. 65, Bestand C) völlige Übereinstimmung.

Bei der Inventurmethode, die im Harz und im Schwarzwald angewandt wurde (vgl. S. 35), wurden jeweils vier Einzelwerte zu einem Mittelwert zusammengefaßt, der Eingangsgröße für die Schadensberechnung ist. Dieses Verfahren wird gewählt, obwohl damit Abweichungen von den Verhältnissen der tatsächlich erhobenen Aufnahmefläche auftreten können. Die Ergebnisse reagieren dann jedoch weniger empfindlich auf Extremwerte und schwächen die Verzerrungen durch ungleichmäßige Verteilung der Schäden ab.

2.3.3 Unterschiedliche Schädigung in herrschenden und beherrschten Bestandesteilen

Das entwickelte Bewertungsmodell setzt eine gleichmäßige Verteilung der Schäden auf den Haupt- und Nebenbestand voraus. Abweichende Verteilungen führen zu falschen Ergebnissen. Ein Fehler ist insbesondere in jungen Beständen zu erwarten, da bisherige Untersuchungen (z.B. HILDEBRANDT 1959) in diesen Beständen eine Schälbevorzugung herrschender Bestandesglieder ergaben. Bei eigenen Untersuchungen im Harz konnte dieser Sachverhalt nicht bestätigt werden. In jungen Beständen mit einer Stammzahl über 1800 zeigte sich bei Fichte gegenüber dem Gesamtbestand im herrschenden Bestandesteil ein nur geringfügig höheres Schälprozent (vgl. Tab. 1).

A > 1.800	
Gesamtbestand S [%]	herrscher Bestand S [%]
23	30
47	53
71	71
74	68
86	91
91	92
99	100

Tab. 1: Änderung des Schälprozents (S) bei Erfassung des herrschenden Bestandesteiles

Bei der Untersuchung war deshalb kein Fehler zu erwarten. Vermutlich ist bei Fichte im Vergleich zu anderen Baumarten mit stärkerer Differenzierung die Schälbevorzugung weniger ausgeprägt. Weitere Aufnahmen sollten deshalb insbesondere bei Laubholz die Schäden getrennt nach Haupt- und Nebenbestand erfassen.

3 Verfahren und Ergebnisse von Stichprobenerhebungen

3.1 Stichprobenverfahren ¹⁾

Die Aufnahme erfaßt getrennt nach Baumarten die jeweilige Stammzahl (A) und die Anzahl der geschälten Stämme (G). Die Stichprobenpunkte werden systematisch durch ein Gitternetz bestimmt, wobei die Abweichungen von einer gleichmäßigen Punktverteilung die Wegezeiten verringern kann. Jeder Punkt repräsentiert einen Hektar des durch den Aufnahmepunkt bestimmten Bestandes. Dieser Hektar wird nicht voll aufgenommen, sondern durch Auszählen von vier Zählkreisen mit je 1 ar geschätzt. Es handelt sich somit um ein systematisches Stichprobenverfahren, bei dem die Aufnahmeeinheit aus je vier Zählkreisen besteht. Dieses Verfahren wurde gewählt, um mit einem vertretbaren Aufwand die unterschiedlichen Verhältnisse innerhalb eines Bestandes besser erfassen zu können.

In der Regel haben die Zählkreise einen Abstand von 50 m und liegen in einer vorher definierten Richtung. Kommt dabei ein Punkt außerhalb des betreffenden Bestandes zu liegen, so muß er wiederum nach festen Regeln (etwa durch Ändern der Richtung) in den Bestand zurückgelegt werden.

In jungen Beständen kann ein Kreis von 100 m² wegen der Bestandesdichte nicht mehr abgesteckt werden. Es genügt dann wegen der hohen Stammzahl, die Kreisfläche auf ein Drittel zu verringern.

¹⁾ Eine ausführliche Beschreibung der Stichprobenerhebung bei Schälschadensaufnahmen findet sich bei SEEMANN (1978). Hier werden deshalb nur die theoretischen Grundlagen zusammengefaßt. Bezüglich praktischer Verfahrensfragen wird auf SEEMANN (1978) verwiesen.

3.2 Stichprobenfehler

Im allgemeinen ist die Schätzung der Streuung nur bei einer zufälligen Stichprobe tendenzfrei. Eine systematische Auswahl ist nur dann tendenzfrei, wenn die Gesamtheit gut durchmischt ist und kein Zusammenhang zwischen Auswahlschema und einem etwaigen Trend besteht (vgl. PRODAN, 1961, S. 199). Unter dieser Voraussetzung kann bei gleichmäßiger Erfassung aller Abschnitte die Schätzung genauer werden als bei zufälliger Auswahl (ders. S. 202).

Für diese Arbeit werden die Voraussetzungen einer tendenzfreien Streuungsschätzung unterstellt. Zusammenhänge zwischen Auswahlschema und einem etwaigen Trend sind nicht bekannt. Es ist bei der Anlage des Stichprobennetzes lediglich darauf zu achten, daß die Richtung des Netzes nicht auf großen Flächen mit der Richtung orographischer Kennlinien (vor allem der Höhenlinien) zusammenfällt.

Bei der Fehlerbeurteilung ist neben dem eigentlichen Stichprobenfehler auch der Fehler zu beachten, der durch den geringen (4 %) Aufnahmeanteil innerhalb des Stichprobenpunktes entsteht. Bei der ungleichmäßigen Verteilung der Schäden ist mit nicht unerheblichen Abweichungen von den wahren Werten zu rechnen. Bei LOOSEN (1977, nach SEEMANN 1978) wurden aus einer Vollaufnahme von 0,25 ha acht Proben mit je vier Quadraten entnommen. Dabei entstanden maximale Abweichungen von

$\pm 15 \%$ bei A und

$\pm 19 \%$ bei G

Für das Schälprozent $S = G/A$ ergibt sich damit für die

Aufnahmeeinheit eines Stichprobenpunktes eine maximale Abweichung von $\text{ca } \pm 20 \%$.

Bei Erhöhung des Stichprobenumfanges (n) geht die maximale Abweichung der Gesamtaufnahme stark zurück. Unter der Annahme, daß die Abweichungen in verschiedenen Beständen normal verteilt sind, verringert sich der Fehler für $n = 100$ um den Faktor 0,1. Der Fehler erreicht damit eine Größenordnung, die für den Stichprobenfehler von geringer Bedeutung ist.

Der Fehler der systematisch ausgewählten Bestände ist die im allgemeinen als Repräsentativfehler bezeichnete Abweichung des errechneten Mittelwertes von den tatsächlichen Verhältnissen. Er gibt in Abhängigkeit von einer frei zu wählenden Überschreitungswahrscheinlichkeit (i.a. 5 %) an, innerhalb welcher Grenzen (Vertrauensgrenzen) bei wiederholten Stichprobenerhebungen der Stichprobenwert liegt. Diese Grenzen liegen bei $\bar{x} \pm t s_{\bar{x}}$, wobei für t bei hohem Stichprobenumfang in Abhängigkeit von den Freiheitsgraden ein Wert von etwa zwei (2) anzusetzen ist.

3.3 Besonderheiten bei Verhältnisschätzungen

Die Verteilungsform der Mittelwerte von Stichproben nähert sich auch bei nicht normal verteilten Grundgesamtheiten bei hohem Umfang der einzelnen Stichprobe einer Normalverteilung (ZAR 1974, S. 77). COCHRAN (1972, S. 188; vgl. SEEMANN) gibt an, daß "die Verteilung von Verhältnisschätzwerten ausgesprochen schlecht zugänglich ist, da sich sowohl X als auch Y ¹⁾ von Stichprobe zu Stichprobe ändern." Gleichzeitig nennt COCHRAN eine

¹⁾ X und Y bezeichnen Zähler und Nenner von Verhältnisswerten

'Faustregel' für den Stichprobenumfang, bei dem davon ausgegangen werden kann, daß die Mittelwerte mehrerer Stichproben ausreichend normal verteilt sind (1972, S. 189):

- $n > 30$
- Variationskoeffizient von $\bar{x}$ und $\bar{y}$ jeweils $< 10 \%$

Es kann dann der zentrale Grenzwertsatz $S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$ angewendet werden.

Nach Cochran (1972, S. 189) ist die Streuung des Quotienten A/G :

$$s_S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (G_i - S \cdot A_i)^2}{A^2 (n - 1)}$$

Die Formel gilt ohne Endlichkeitskorrektur, weil diese bei einem Aufnahmeanteil von maximal 5 - 10 % bedeutungslos bleibt.

3.4 Stichprobenumfang

Die für eine statistische Auswertung erforderlichen Daten sind für die vom Institut für Forsteinrichtung und forstliche Betriebswirtschaft der Universität Freiburg i.Br. durchgeführten Inventuren in der folgenden Tabelle angegeben.

	Harz	Schwarz- wald	Eifel
Stichproben- umfang	41	148	141
$\bar{A}$	966	714	571
s_A	118	51	21
cv_A	12 %	7%	3,6 %
$\bar{G}$	728	305	323
s_G	93	23	19
cv_G	13%	8%	5,8 %
$\bar{S}$	73%	43%	57 %
s_S	36,5%	41,4%	29,7%
s_S	5,7	3,4	2,7
cv_S	8%	8%	4,8%
n_{10}	102	378	109

Tab. 2: Inventurdaten in verschiedenen Waldge-
bieten

$\bar{A}$ mittlere Stammzahl pro ha

s_A Streuung

cv Variationskoeffizient

$\bar{G}$ mittlere Anzahl geschälter Stämme pro ha

$\bar{S}$ mittleres Schälprozent

n_{10} erforderliche Anzahl von Stichproben,
wenn bei einer stat. Sicherheit von 95%
ein relativer Fehler von 10% entsteht.

Alle Aufnahmen zeigten eine hohe Streuung (S_s) des Schälprozents. Vermutlich war die Streuung bei den Aufnahmen in der Eifel geringer, weil nur Bestände erfaßt wurden, in denen die Betriebsleitung bereits vor der Inventur einen wirtschaftlichen Schaden angegeben hatte.

In Tabelle 2 ist n_{10} die erforderliche Anzahl von Stichproben, wenn bei einer statistischen Sicherheit von 95 % ein Fehler von höchstens 10 % entsteht:

$$\frac{2s_s}{\sqrt{n_{10}}} \leq 0,1 \cdot \bar{S}$$
$$n_{10} \geq \left(\frac{2s_s}{0,1 \bar{S}} \right)^2 \quad (9)$$

Formel (9) ist in Abb. 2 dargestellt.

Für eine statistische Abhängigkeit der Streuung von der Höhe des Schälprozents zeigen sich keine Anhaltspunkte. Bei geringen Schälprozentsen ist deshalb (vgl. Abb. 2) mit einem stark ansteigenden Stichprobenumfang zu rechnen. Künftige Untersuchungen müssen bei der Planung des Stichprobenumfanges (n_{10}) von mindestens 100 - 200 Stichprobenpunkten ausgehen.

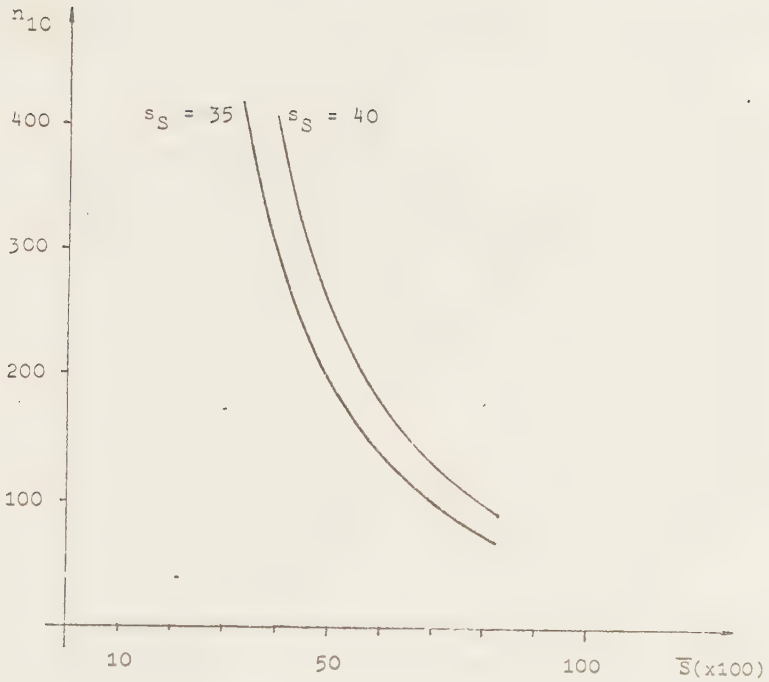


Abb. 2: Stichprobenumfang

n_{10} = erforderliche Anzahl von Stichproben, wenn bei einer stat. Sicherheit von 95 % ein relativer Fehler von 10 % entsteht.

$\bar{S}$ = mittleres Schälprozent

s_S = Streuung des Schälprozents

4 Entwertung des Einzelbaumes

Wird ein geschälter Baum erst in der Endnutzung eingeschlagen, tritt in der Holzproduktion der höchstmögliche Schaden auf. Der Zuwachs des Baumes und die fortschreitende Ausdehnung der Fäule haben die Masse des entwerteten Stammstücks ständig erhöht. Wie sich auch bei der Schadensberechnung im Durchforstungsbestand zeigt (S. 67, Tab. 7), steigt der Verlust mit zunehmender Durchmesserstufe stark an.

Da jedoch der Hauptschaden erst Jahrzehnte nach dem Zeitpunkt des Schälens wirksam wird, ist die Bewertung des Schadens in jüngeren Beständen mit Fehlern behaftet. Eine wichtige Rolle spielt die Möglichkeit, Schälsschäden im Zuge regulärer Pflegemaßnahmen frühzeitig zu beseitigen (vgl. S. 13 ff.). Daneben werden vor allem die unterschiedliche Entwicklung der Baumdimensionen, der Holzmarkt und die Verkaufsmodalitäten einen großen Einfluß auf den Schaden im Endbestand haben.

4.1 Entwicklung der Baumdimensionen im Endbestand

4.1.1 Umtriebszeit

Die Umtriebszeit ist neben der waldbaulichen Behandlung das wichtigste Mittel, um die Dimensionen im Endbestand zu beeinflussen. Sie ist deshalb Ausdruck des jeweiligen Betriebs- und Wirtschaftszieles, welches für jeden Eigentümer verschieden ist.

BEISEL (1972) berechnet für verschiedene Bonitäten, Fäuleentwicklungen und Wirtschaftsziele Umtriebszeiten

zwischen 80 und 120 Jahren. Gegenüber gesunden Beständen verringert sich die optimale Produktionsdauer geschälter Bestände nur wenig; keinesfalls liegt sie unter 80 Jahren. KYNAST (1977, S. 73) kalkuliert deutlich kürzere Produktionszeiträume mit einer mittleren Dauer von etwa 70 Jahren. Beide Autoren verwenden ein von SCHÖPFER u.a. (1971) entwickeltes Wertberechnungsverfahren. Neben unterschiedlichen Eingangsgrößen bei den Holzpreisen und Erntekosten sowie größeren Faulhöhenvarianten bei BEISEL führen vor allem andere dGZ-Einstufungen zu den verschiedenen Ergebnissen. BEISEL verwendet die dGZ-Stufen 8, 10 und 12, während KYNAST mit dem Wert 11,8 rechnet.

Wegen der großen Streubreite und der flachen Kulmination von ökonomischen Umtriebszeiten wird für diese Arbeit eine mittlere Dauer von 100 Jahren veranschlagt. Für den dGZ gilt ein Wert von 9 (vgl. S. 46).

4.1.2 Masse pro Baum (GM)

Ertragstafeln und abgeleitete Hilfstabellen beschreiben für bestimmte Gebiete die mittlere Entwicklung von Beständen. Dabei führen vor allem unterschiedliche Standortsfaktoren und veränderte waldbauliche Methoden zu einer starken Streuung der Werte. Allerdings ist bisher nur ein geringer Einfluß auf den Vorrat nachzuweisen. So zeigen die "Vorläufigen Fichten-Ertragstafeln für Bayern" (ASSMANN, 1963), daß der Vorrat im Alter 100 um maximal 4 % abweicht, wenn nach Ertragstafelniveaustufen stratifiziert wird (s. Abb. 3). BOSCH (1975, S. 79) untersuchte verschiedene Weitbestände und stellte "erhebliche" Schwankungen bei der Vorratshaltung fest. Insgesamt "ergab sich" jedoch "gegenüber dem dichten

Bestand beim Weitverband keine eindeutige Über- oder Unterlegenheit in der Vorratshaltung".

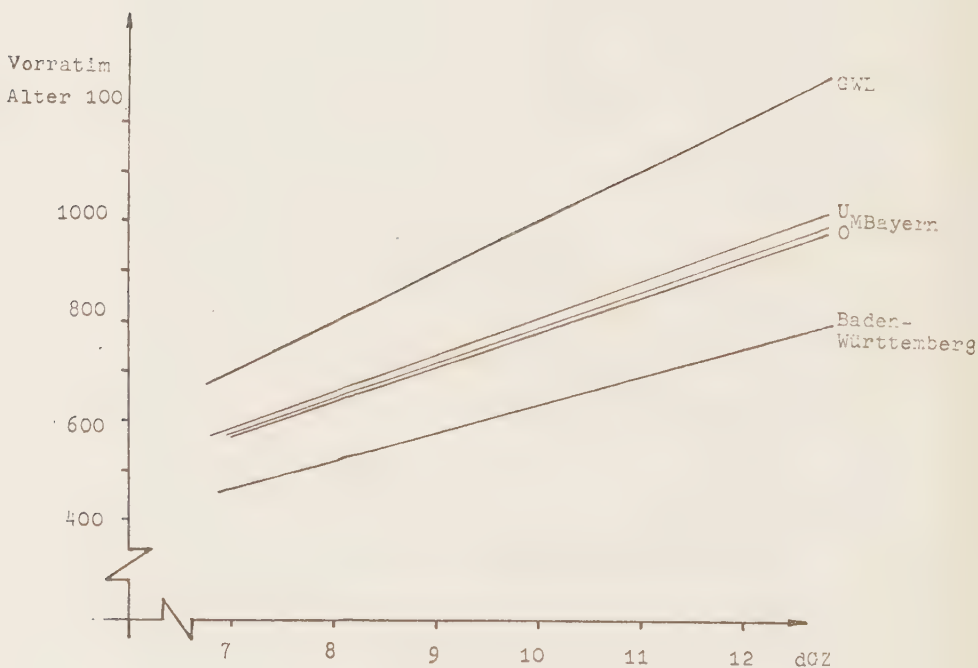


Abb.3: Vorrat im Alter 100
nach Tafeln aus Bayern (ASSMANN, FRANZ 1963)
und Baden-Württemberg

U = unteres Ertragsniveau

M = mittleres Ertragsniveau

O = oberes Ertragsniveau

Auch beim Einzelbaum ist nur ein geringer Einfluß verschiedener Faktoren auf die Formzahl und damit auf die Masse pro Stamm nachweisbar.

"Die Beziehungen zwischen der Größe der Formzahl und dem Alter, dem Wachstumsgebiet, der Standortsgüte, der Bestandesdichte usw. überlagern sich ... so, daß zwar allgemeine Gesetzmäßigkeiten abgeleitet werden können, im konkreten Fall jedoch eine Schätzung der Formzahl nach diesen Merkmalen allein nicht zuverlässig genug ist." (PRODAN 1965, S. 191 f.)

Die Problematik um die Formzahl wird deshalb nicht weiter verfolgt und die Masse pro Baum aus dem Vorrat im Endnutzungsalter und der vorgegebenen Stammzahl $E = 450$ errechnet. Vereinfachend wird dabei unterstellt, daß überall der gleiche Endbestand hinsichtlich Stammzahl und Masse erreicht werden kann, wenn auch in unterschiedlicher Zeit.

Der Nutzungsanteil, der in Baden-Württemberg im Schnitt der letzten Jahre auf die Endnutzung entfiel, lag bei 60 % (s. Tab. 3). Dagegen deuten die bayerischen Tafeln auf einen Endnutzungsanteil von 80 % (s. Abb. 3). Da der Endnutzungsanteil bei geringen Stammzahlen ohnehin höher liegt und die Stammzahl im Endbestand (E) zusätzlich die letzte Durchforstung miteinfaßt, ist diese 'Endnutzung' mit 80 % der Gesamtwuchsleistung sicher nicht überschätzt. Als Streurahmen wird im Anhalt an Baden - Württemberg 80 ± 5 % gewählt.

Vornutzungsprozent nach den Forststatistischen Jahrbüchern Baden-Württemberg	
1970	35
1971	39
1972	34
1973	37
1974	44
1975	46
1976	40
1977	46
	40 ± 5

Tab. 3: Vornutzungsprozent

Nimmt man gutachtlich an, daß die angestrebte Umtriebszeit von 100 Jahren bei einer durchschnittlichen Wachstumsleistung von $dGZ = 9 \text{ Vfm/ha} \pm 1$ erreicht wird, so ergibt sich eine Gesamtwachstumsleistung von $900 \text{ Vfm/ha} \pm 100$. Die Masse pro Baum (GM) wird damit

$$\begin{aligned}
 GM &= (900 \pm 100) (0,8 \pm 0,05) : 450 \pm 30 \\
 &= 1,60 \text{ Vfm} \\
 &= 1,28 \text{ Efm}
 \end{aligned}$$

Der Fehler von GM ist

$$\begin{aligned}
 &\sqrt{\underbrace{\left(\frac{0,8 \cdot 100}{450}\right)^2}_{(dGZ)} + \underbrace{\left(\frac{900 \cdot 0,05}{450}\right)^2}_{(EN\%)} + \underbrace{\left(\frac{900 \cdot 0,8 \cdot 30}{450}\right)^2}_{(E)}} \\
 &= 0,03 + 0,01 + 0,01 \\
 &= 0,23
 \end{aligned}$$

$$\underline{GM = 1,28 \text{ Efm} \pm 0,23}$$

4.1.3 Faulhöhe

Bei Schälchadensbewertungen sind die Vorstellungen über die Faulhöhenentwicklung uneinheitlich. Sie reichen von einem jährlich gleichbleibenden Fäulefortschritt (BEISEL 1973, RICHTER 1976) bis zu einem Stagnieren der Fäuleausdehnung nach Abschluß der Überwallung (LÖFFLER 1975).

Nach ROEDER (1970, S.120) hat die Größe der Schälwunde einen überragenden Einfluß auf die Entwicklung der Fäule. Nur bei der Klasse der längsten Schälwunden war ein "...deutlicher Alterstrend zu größerer Faullänge..." festzustellen (ders. S.82), während die Ausgleichsgeraden bei mittleren und geringen Wundlängen nahezu ohne Steigung verlaufen (Abb. 4). Neben der Wundgröße spielen Pilzart, Standort, Jahreszeit des Schälens, Resistenz und soziologische Stellung des Baumes eine wichtige Rolle.

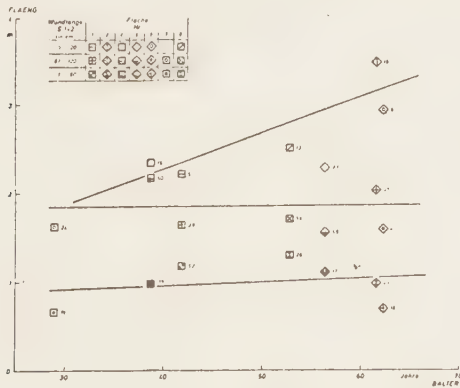


Abb. 23

Zusammenhang zwischen "Faullänge" (FLAENG) und "Baumalter" (PALTER), gestaffelt nach drei Wundlängerklassen:
untere Gerade = 1 - 60 cm
mittlere Gerade = 61 - 120 cm
obere Gerade = über 120 cm.
Die Zahl rechts neben den Symbolen gibt die Zahl der Beobachtungen an, aus denen die Durchschnittswerte errechnet sind.

Abb. 4: aus ROEDER (1970, S.91)

Auf Grund dieser Kenntnisse läßt sich die Faullänge nicht genau abschätzen, da nur etwa 50 - 60 % der Gesamtstreuung erklärt werden können (ROEDER 1970, LÖFFLER 1975). Für die vorliegende Arbeit ist die Entwicklung der Fäule von untergeordneter Bedeutung, entscheidend ist das Ausmaß der wertmindernden Endfaulhöhe. Da diese wesentlich einfacher zu bestimmen ist, zeigt sich ein einheitlicheres Bild: Bei ROEDER (s. Abb. 4) ergibt sich ein Mittelwert von etwa 2 m, bei LÖFFLER (1975) von 3 m, BEISEL (1973) nennt 3 - 4 m mit Maximalwerten bis 10 m und RICHTER (1976) eine Spanne von 2 - 6 m, im Mittel 4 m. Eine gute Näherung dürfte deshalb bei 3 m liegen.

4.1.4 Masse des entwerteten Stammteiles (uM)

Die Masse (uM) des unteren, schadhaften Stammteiles ist durch die Faulhöhe (FL) und die Gesamtmasse des Stammes (GM) bestimmt. SPEIDEL (1955) berichtet über die Beziehung zwischen relativer Baumhöhe und relativem Massenanteil und nennt die Höhe des Fehlers (s. Abb. 5). Unterstellt man eine Endbaumhöhe von 30 m $\pm$ 1 m, so ergibt sich mit FL = 3 m $\pm$ 0,3 m

$$\begin{aligned} uM &= (1,28 \pm 0,23) (0,21 \pm 0,02) \\ &= 0,27 \end{aligned}$$

Der Fehler wird

$$\begin{aligned} &\sqrt{(0,21 \cdot 0,23)^2 + (1,28 \cdot 0,02)^2} \\ &\quad \quad \quad (GM) \quad \quad \quad (FL) \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

Hinzu kommt der von SPEIDEL angegebene Fehler:

$$\begin{aligned} &\sqrt{0,05^2 + (0,27 \cdot 0,052)^2} \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

$$\underline{uM = 0,27 \pm 0,06}$$

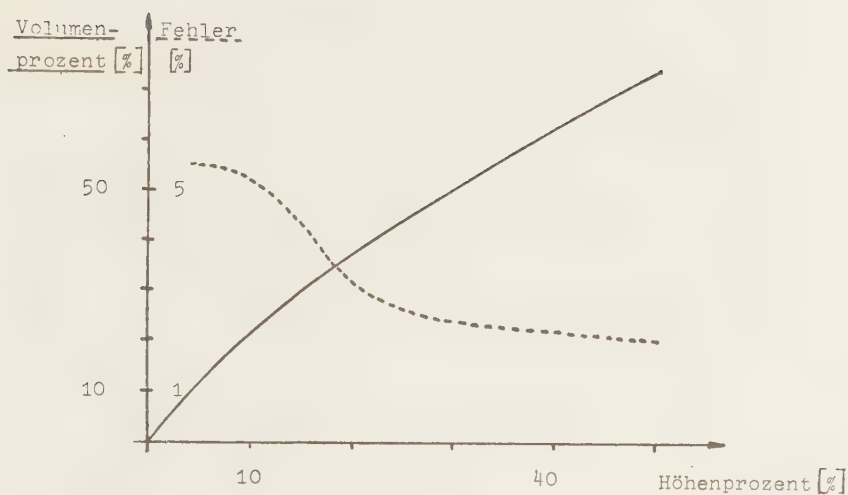


Abb.5: Fehler und Volumenprozent
aus SPEIDEL (1955)

----- Fehler des Volumenprozents
———— Volumenprozent

4.2 Einfluß des Holzmarktes

4.2.1 Holzpreis und Sortenzusammensetzung

Tabelle 4 zeigt, daß die Meßzahl (MZ) von Fichtenstammholz o.R., Güteklasse B, in Baden-Württemberg in den letzten zehn Jahren (1967 - 1977) nur geringen Abweichungen unterworfen war. Der Mittelwert liegt bei $41,5 \pm 0,4$. Für verringerte Stammzahlen mit höheren Stammklassen liegt dieser Wert jedoch zu tief. Er wird deshalb, ohne den exakten Nachweis führen zu können, gutachtlich auf $42 \pm 0,5$ erhöht.

Jahr	MZ DM/fm	MZ%	gleitender Mittelwert der letzten fünf Jahre
1967	41,4	160	
1968	40,6	153	
1969	41,8	205	
1970	41,7	241	
1971	41,6	247	201
1972	41,9	240	217
1973	41,3	254	237
1974	41,2	292	255
1975	41,4	279	262
1976	42,0	292	271
1977	41,5	348	293

Mittelwert $41,5 \pm 0,4$

Tab. 4: Holzpreise und Sortenzusammensetzung

Quelle: Forststatistische Jahrbücher
Baden-Württemberg

Während die Dimensionen nahezu konstant bleiben, steigt der Holzpreis (s. MZ %) nach dem Preisverfall durch die Sturmkatastrophe 1967 innerhalb von 10 Jahren auf über den doppelten Wert. Es ist deshalb recht schwierig, einen auch zukünftig zutreffenden Holzpreis anzugeben. Der gleitende Mittelwert liefert zwar einen angemessenen momentanen Wert und zeigt deutlich die Preisentwicklung; eine Prognose, vor allem über lange Zeiträume, ist jedoch nicht möglich.

Verschiedene Autoren (STEINLIN 1976, RIPKEN 1978, KNIGGE 1978, SCHULZ 1978) erwarten, daß die zunehmende Verknappung des Holzes bei gleichzeitiger "rückläufiger Austauschbarkeit der zur Neige gehenden Rohstoffe durch das Holz" (KNIGGE 1978, S. 108) mittel- und langfristig zu höheren Preisen führen wird. Zu dem Zeitpunkt, an dem ein gegenwärtiger Schaden wirksam wird, entsteht deshalb wahrscheinlich ein höherer Verlust, als er sich mit derzeitigen Preisen errechnen läßt. Diese Schwierigkeit wird im Normalwaldmodell (theoretisch) umgangen (vgl. Problem der Verzinsung, S.19): der Schaden wird in anderen Beständen sofort wirksam. Außerdem ermöglichen nur momentane Preise vergleichbare Wertrelationen. Als Holzpreis wird deshalb der derzeitige gleitende Mittelwert (293 %) verwendet.

Als Fehler gilt die Streuung innerhalb des beobachteten Zeitraumes von fünf Jahren.

$$MZ \% = 2,9 \pm 0,2$$

4.2.2 Preisabschlag für C- und D-Holz

"Das Haar in der Suppe" ist für alle Säger das minderwertige Stammholz der Klassen C und D" (FRITZ 1976, S. 1727). Kostenkalkulationen einiger Sägebetriebe hät-

ten ergeben, daß statt der gewährten 40 % ein Preisnachlaß von 110 % MZ erforderlich sei. Demgegenüber bestreitet GRIESINGER (1970, S. 2177) einen allgemeingültigen Zusammenhang zwischen C-Holzanteil und Schnittholzausbeute und hebt hervor, daß die Handelsklassensortierung für Rohholz (HKS) bei Heilbronner Sortierung nur in Ausnahmefällen unterschiedliche Güteklassen vorsieht. HECKEL (1977, S. 1683 f.) wiederum unterstützt an Hand weniger Probeeinschnitte die Forderung der Sägewerker. Er stellt eine "erheblich geringeren Mengen- und gütemäßige Ausbeute" fest, die zugleich mit höherer Bearbeitungszeit einhergeht. Schließlich bezweifelt er generell, ob ein gütemäßiger Ausgleich innerhalb eines Stammes gegeben ist und hält es für dringlich, wissenschaftlich zu untersuchen, welcher Preis für minderwertiges Holz angemessen ist.

Bei D-Holz ist gemäß der Definition der HKS von "mindestens 40 %" des B-Holzpreises auszugehen. Erhöhter Arbeitsbedarf im Sägewerk und die Unsicherheit über das Ausmaß der Entwertung lassen es angezeigt erscheinen, diesen Preis nicht wesentlich zu erhöhen.

Im FWJ 1976 lag in Baden-Württemberg der Wert von Langholz mit D-Qualität bei 66 % des B-Holzpreises (Forststatistisches Jahrbuch, Tab. B 2, S. 92 u. 94). Daraus ist zu schließen, daß der gewerblich nutzbare Anteil der nach D eingestuften Hölzer wesentlich über der Mindestanforderung von 40 % liegt. Langfristig dürfte allerdings bei gleicher Sortierung dieser Anteil zurückgehen, weil die zunehmende Rationalisierung in den Sägewerken bei steigendem Durchsatz die zeitaufwendige Ausbeute geringer Qualitäten ständig verteuert. Gleichzeitig wird ein steigendes Angebot an geringwertigem

Holz bei höchstens gleichbleibender Nachfrage den Wertunterschied zu gesundem Holz vergrößern (KNIGGE 1975, S. 20 f.). Es läßt sich deshalb kein eindeutiger Preis festlegen, zumal auch unterschiedliche Sortierung ein entscheidendes und häufig praktiziertes Regulativ darstellt. Der Verkauf von D-Holz ist zudem nur bei gegenseitigem Vertrauen und örtlicher Erfahrung möglich. Bessere und schlechtere Stücke müssen sich hinsichtlich des Faulanteiles ausgleichen. Die für die Entwertung maßgebende Faulhöhe hat sich deshalb an der tatsächlichen Aushaltungslänge zu orientieren. Bei Ablängung auf volle Meter dürfte ein Wert zwischen 50 % und 60 % des B-Holzpreises angemessen sein. Als Mittelwert wird im folgenden mit 55 % $\pm$ 5 % gerechnet.

Bei C-Qualitäten bewegen sich die MZ %-Abschläge zwischen 40 % (LFV Baden-Württemberg) und 110 % (FRITZ 1976, S. 1727) bei SCHULZ (1977, S. 465) läßt sich sogar 125 % errechnen.

Auch für C-Holz ist (s.o.) zukünftig ein größerer Wertunterschied gegenüber B-Holz zu erwarten. Allerdings soll der Entwicklung nicht so weit vorausgegriffen werden, wie dies FRITZ und SCHULZ vorschlagen. Es wird mit einer Reduktion des Meßzahlprozentes von 80 % $\pm$ 20 % gerechnet. Gegenüber dem tatsächlichen Preisniveau liegt dieser Abschlag zu hoch. Deshalb sind zwei zusätzliche Varianten mit 60 % und 45 % vorgesehen.

4.2.3 Verkaufsverfahren

Die Struktur und die Verarbeitungsmöglichkeiten der Abnehmer bestimmen den Wert und die Sortierung von geschädigtem Holz. Aus dem breiten Fächer der örtlichen Lösungen nennt SCHULZ (1977, S. 463 f.) vier wichtige Formen der Verwertung:

- "1. Das schälgeschädigte Holz verbleibt in Absprache mit dem Käufer am Stamm, aber der Stamm wird in ganzer Länge eine Güteklasse tiefer, also in C-Holz eingestuft.
2. Das schadhafte Stück wird in einer Länge von mindestens 3 - 4 m, im Extrem bis zu 10 m (siehe BEISEL, 1970) abgetrennt und als Güteklasse D verkauft. Durch diese Abtrennung des Endstückes verliert der restliche Stamm oft die Zuordnung zur Klasse B (normales Stammholz) und muß in Güteklasse C (geringwertiges Stammholz) eingestuft werden. In manchen Gebieten entsteht dadurch neben dem D-Holz ein extrem hoher Anteil an C-Holz.
3. Aufarbeitung des durch Rotwildschälung geschädigten Abschnitts zu minderwertigen Schichtholzsorten wie Industrieholz - krank (IKS).
4. Abtrennung des beschädigten Erdstücks und sein Verbleib im Walde, um zu verrotten."

Daneben macht SCHULZ Angaben zu den Erntekosten. Sie sind für

- B-Holz (EB) : 27.- DM /Efm
- C-Holz (EC) : 29.- DM /Efm
- D-Holz (ED) : 31.- DM /Efm

Der Verlust bei der Aufarbeitung von Schichtholz (VS) beträgt

$$VS = 5.- \text{ DM/Efm.}$$

Zusätzlich zu den Angaben von SCHULZ wird bei allen Größen eine relativ hohe Streuung von $\pm 2.-$ DM/Efm veranschlagt, um den pauschalen Wertangaben Rechnung zu tragen. Vor allem sind die Kosten für zusätzliche Trennschnitte nicht erfaßt.

Außerdem wird bei Verkaufsverfahren 3 (Schichtholz) und 4 (Verbleib im Walde) sinngemäß berücksichtigt, daß der verbleibende Stamm ebenfalls häufig nach Güteklasse C einzustufen ist.

4.2.4 Wertveränderungen infolge der Ablängung

Bei den Verkaufsverfahren 2, 3 und 4 (s.S. 55) muß ein Teil der Stämme infolge der Kürzung nach C eingestuft werden. Dieser Anteil wächst mit zunehmender Faullänge, wobei hier vereinfachend ein linearer Verlauf unterstellt wird. Es wird angenommen, daß bei der Faullänge FL = 4 m 50 % der Reststämme nach C eingestuft werden müssen. Dadurch reduziert sich das Meßzahlprozent auf

$$\begin{aligned} \text{MZ \%} &= 1/2 \text{ WC}^1) \cdot 1/4 \text{ FL} \\ &= \text{MZ \%} - \text{WC} \cdot 1/8 \text{ FL} \end{aligned}$$

Bei Verkaufsverfahren 1 wird abweichend von SCHULZ angenommen, daß der Verlust abhängig von der Faulhöhe ist. Die Faulhöhe hat einen wesentlichen Einfluß auf die individuelle Preisgestaltung. Gutachtlich wird die volle Wertdifferenz zwischen B- und C-Holzaufarbeitung bei FL = 3 m angesetzt, so daß sich bei ebenfalls linearem Ansatz ein Meßzahlprozent von

$$\text{MZ \%} = \text{WC} \cdot 1/3 \text{ FL}$$

ergibt.

Neben dem Güteverlust ist der Sortenverlust zu berücksichtigen. Mit zunehmender Faullänge fällt ein steigender Anteil der Reststämme in eine geringere Stammklasse. In Tab. 5 wird die Länge ermittelt, die gerade noch abgetrennt werden kann, ohne eine Rückstufung der Stammholzklasse zu verursachen. Im Anhalt an die Hilfstabellen Baden-Württemberg ergibt sich nach der Ableitung der durchschnittlichen Stammmasse (GM; vgl. S. 46) ein Mittelstamm mit einem BHD von 34 cm und einer Höhe von 30 m. Mit Hilfe relativer Stammzahlverteilungsreihen und der Einheitshöhenkurve wird die Sortenstruktur erfaßt. Die Ergebnisse können mit dem Sortenrechenschieber von SCHÖPFER ermittelt werden (Tab. 5).

¹⁾ WC = Wertminderung von C-Holz in MZ%

Durchmesser	cm	20	32	44	56
Höhe	m	25	29	32	34
Anteil an der Gesamtstammzahl	%	15	63	21	1
Stammholzklasse		H 2	H 4	H 5	H 6
Mindestlänge	m	10	16	18	18
entsprechende Zopfstärke	cm m.R.	15,4	20,8	27,7	36,0
Mindestzopf	cm m.R.	12,9	18,1	23,4	31,8
entsprechende Länge	m	14,3	19,0	21,8	21,4
max. Ablängung	m	4,3	3,0	3,8	3,4

Tab. 5: Maximal mögliche Ablängung ohne Sortenverlust.

Die Berechnung aus Tab. 5 ergibt eine mittlere maximale Ablängung von 3,4 m. Übersteigt die mittlere Faulhöhe diesen Wert, muß jeder Stamm um eine Klasse zurückgestuft werden. MENG (1978, S. 170) stellte in Durchforstungsbeständen für eine Faullänge FL = 3 m bei mehr als 50 % und für FL = 7 m bei allen Stämmen mindestens einen Sortensprung fest. Der Grund für den höheren Wert von MENG dürfte darin liegen, daß die Klasse H 2 ein größeres Gewicht hat. Da bei dieser Klasse die Differenz der Mindestlänge zur nächsthöheren Klasse einen größeren Wert als zwischen den übrigen Klassen ergibt, ist eine größere sortenunschädliche Ablängung möglich. Um dennoch der umfangreichen Kalkulation von MENG Rechnung zu tragen und um keinesfalls einen zu hohen

Schadenswert abzuleiten, wird die maximale sortenunschädliche Ablängung auf 4 m festgelegt.

Ähnlich wie beim Güteverlust wird ein linearer und stetiger Zusammenhang zwischen Faullänge und Sortenverlust angenommen. Werden (vgl. Tab. 5) 85 % der Stämme von H 4 nach H 3 bzw. von H 3 nach H 2 und 15 % von H 5 nach H 4 zurückgestuft, so ist der durchschnittliche MZ-Verlust 4,3. Das ergibt insgesamt einen MZ-Verlust von

$$4,3 \cdot 1/4 \text{ FL} = \underline{1,1 \text{ FL}}$$

Bei Verkaufsverfahren 2 (S. 55) ist bei der Wertberechnung des unteren, schadhaften Stammteiles zusätzlich zur gütemäßigen Rückstufung nach D infolge der Sortierung als Abschnitt von einer geringfügig höheren Meßzahl auszugehen. Dieser Umstand wird hier vernachlässigt, da der Fehler insgesamt nur eine geringe Rolle spielt, die rechnerische Ermittlung des Durchmessers im unteren Stammbereich problematisch ist und zudem die gütemäßige Rückstufung (vgl. S.52ff) ohnehin keine exakte Lösung sein kann.

4.3 Verlust pro Baum in Endbestand (VE)

Die meisten Schadensberechnungen beruhen auf detaillierten Sortenzerlegungen, die z.Z. auf EDV-Anlagen ermittelt werden. Damit wird eine hohe theoretische Genauigkeit erreicht. Allerdings bleibt unberücksichtigt, daß örtliche Besonderheiten, individuelle Absprachen mit dem Käufer und vor allem die zukünftige Entwicklung erheblich von dieser 'exakten Lösung' abweichen können. Hier wird bewußt auf die genauere

Sortierung verzichtet. Die vorgestellten Verkaufsverfahren nach SCHULZ (1977) (vgl. S.55) umfassen ein breites Spektrum der Möglichkeiten und sie verdeutlichen, daß die theoretisch exakte Lösung nicht immer den in der Praxis tatsächlich gefundenen Wegen entspricht. Außerdem ermöglicht die formelmäßige Darstellung eine Fehlerrechnung und damit die Beurteilung der Einflußfaktoren.

4.3.1 Schadensberechnung

Als Verlust pro Baum wird der Mittelwert herangezogen, der sich aus den vier von SCHULZ (1977) beschriebenen Verkaufsverfahren (s.S.55) ergibt. Die formelmäßige Darstellung (vgl. Anhang) mit den hier entwickelten Ansätzen (S. 56 ff) ergibt:

$$4 \text{ VE} = 4 \text{ GM} (\text{MZ} \cdot \text{MZ\%} - \text{EB}) - \text{GM} (\text{MZ\%} - \text{WC } 1/3 \text{ FL}) \text{ MZ-EC} \\ - 3 (\text{GM} - \text{uM}) ((\text{MZ\%} - \text{WC } 1/8 \text{ FL}) (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL}) - (\text{EC} - 1)) \\ - \text{uM} (\text{MZ\%} \cdot \text{WD} \cdot \text{MZ} - \text{ED} - 5)$$

Der Rechnung liegen folgende Werte zugrunde

GM	=	1,28	±	0,23
uM	=	0,27	±	0,06
MZ	=	42	±	0,5
MZ%	=	2,9	±	0,2
EB	=	27	±	2
EC	=	29	±	2
ED	=	31	±	2
VS	=	5	±	2
FL	=	3	±	0,3
WD	=	0,55	±	0,05

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 mit verschiedenen Varianten für WC aufgeführt.

	WC = 0,8				WC = 0,6				WC = 0,45			
	1 m	2 m	3 m	4 m	1 m	2 m	3 m	4 m	1 m	2 m	3 m	4 m
Faullänge Verkaufs- verfahren												
Variante 1	16,90	31,23	45,57	59,90	13,31	24,06	34,82	45,57	10,62	18,69	26,75	34,82
2	14,33	25,54	35,13	43,65	13,11	23,33	32,53	40,00	12,20	21,67	30,29	37,27
3	18,43	33,33	46,20	57,99	17,21	31,12	44,01	54,35	16,30	29,46	41,77	51,61
4	17,93	32,38	44,85	56,24	16,71	30,17	42,61	52,60	15,80	28,51	40,37	49,86
Mittelwert	16,90	30,62	42,94	54,45	15,09	27,17	38,49	48,13	13,73	24,58	34,79	43,39

Tab. 6: Schadenswert pro Baum in der Endnutzung

WC = Wertverlust von C-Holz in MZ₂-Anteilen

4.3.2 Fehlerrechnung

Für die Berechnung des Fehlers von VE (Verlust pro Baum im Endbestand) muß VE nach den einzelnen Fehlergrößen abgeleitet werden (s. Anhang). In der weiteren Berechnung wird dann ersichtlich, welche Bedeutung den einzelnen Einflußfaktoren zukommt.

Der Fehler von VE wird

$$\begin{aligned} & \sqrt{34,5 + 14,6 + 0,2 + 3,6 + 6,6 + 4,7} \\ & \quad \text{(GM) (uM und FL) (MZ) (MZ\%) (EB) (EC)} \\ & \quad + 0,02 + 0,02 + 23,9 + 0,2 \\ & \quad \quad \text{(ED) (VS) (WC) (WD)} \\ & = \sqrt{88,3} \\ & = 9,4 \end{aligned}$$

Das entspricht bei VE = 40 ungefähr 24 %.

Die Auswirkungen dieser hohen Streuung werden im Abschnitt 6.1 (S. 89 f.) beschrieben.

In der Fehlerrechnung wurden 11 Einflußfaktoren berücksichtigt. Davon sind lediglich vier (GM, uM und FL, sowie WC) für die Höhe des Fehlers entscheidend. Vernachlässigt man die übrigen sieben Faktoren, so sinkt der Fehler lediglich von 9,4 auf 8,5. Eine etwaige Reduktion des Fehlers hat deshalb bei den o.a. Größen anzusetzen. Dabei wird sich nur dann ein Erfolg erzielen lassen, wenn der Fehler möglichst bei allen vier Größen verringert werden kann.

Die Masse pro Baum (GM) hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, von denen die Umtriebszeit, standörtliche Voraussetzungen und die waldbauliche Behandlung eine wichtige Rolle spielen. GM konnte deshalb nur mit einem hohen Fehlerrahmen errechnet werden (vgl. S.46).

Möglicherweise kann ein genauerer Wert aus der Verkaufsstatistik errechnet werden. Dieser Weg wird in Abschnitt 4.4 (s.u.) geprüft.

Die Faulhöhe (FL) und die Masse des entwerteten Stammstückes (uM) sind voneinander abhängig. Ihre Höhe bestimmt den Schaden direkt. Deshalb hat auch der Fehler dieser Größen ein hohes Gewicht. Die Herleitung der Größen durch eine globale Schätzung (vgl. S. 49) erweist sich erwartungsgemäß als ungenau. Wie bei GM soll deshalb in 4.4 (s.u.) der Weg über die Verkaufsstatistik geprüft werden.

Der Wertunterschied zu C-Holz (WC) erhält in den Verkaufsverfahren nach SCHULZ (1977) durch z.T. pauschale Bewertungsansätze ein starkes Gewicht. Über die Höhe der Wertminderung besteht jedoch keine Einigkeit (vgl. S. 52 ff.). Dies führt zu einer sehr unsicheren Größe. Letztlich wird der Wert von C-Holz durch die örtlichen Absatzverhältnisse bestimmt, die ihren Ausdruck in einem schwankenden Meßzahlprozent finden. Für WC kann deshalb keine höhere Genauigkeit angegeben werden.

Der Variantenvergleich für verschiedene Wertansätze von WC zeigt, daß bei einer Faulhöhe von 3 m mit einem Verlust von 35 bis 43 DM pro Baum gerechnet werden muß (vgl. Tab 6, S. 60).

4.4 Rückschlüsse aus der Verkaufsstatistik

Es liegt nahe, möglichst viele Daten im Forstbetrieb selbst zu erheben. Die Daten entsprechen den örtlichen Gegebenheiten und haben eine hohe statistische Sicherheit, soweit sie in der Buchführung erfaßt sind.

Ein wichtiger Nachteil bei finanziellen Daten ist allerdings, daß nur die momentan gültigen Verhältnisse wiedergegeben werden und zukünftige Entwicklungen unberücksichtigt bleiben. Wenn ein Schaden erst nach Jahrzehnten wirksam wird, ändern sich innerhalb dieses Zeitraumes die meisten der den Schaden bestimmenden Größen.

Demgegenüber unterliegen die naturalen Größen nur geringeren Veränderungen. Insbesondere kann die Faul-
länge FL mit großer Genauigkeit der Statistik entnommen werden. Dafür müssen allerdings in den meisten Forstbetrieben die Holzaufnahme und die Holzlisten so geändert werden, daß die einzelnen Stammteile eindeutig einem Stamm zugeordnet werden können. Weiterhin muß für das hier vorgeschlagene Bewertungsverfahren die Zuordnung auf Vor- und Endnutzung gesichert sein. Die Möglichkeiten der EDV können dabei eine wertvolle Hilfe sein.

Die Masse pro Baum (GM) ändert sich mit den Vorstellungen über das Betriebsziel (s.S.43 ff.). Die Buchführung kann nur die momentane Situation wiedergeben. Für die hier unterstellten stammzahlarmen Endbestände fehlen gesicherte Unterlagen. Ähnliche Einwände gelten für die Masse des entwerteten Stammstückes (uM).

Die Buchführung ist deshalb nur bedingt geeignet, die erforderlichen Daten für eine Schadensbewertung zu liefern. Teilweise werden die Daten noch nicht erfaßt und sind selbst nach einer Umstellung der Buchführung relativ unsicher.

4.5 Diskussion

Der errechnete Verlust von etwa 40.- DM pro Baum entspricht einer Wertminderung von etwa 26 %. Dieses Ergebnis liegt höher als bisherige Untersuchungen. MENG (1978, S. 195 f.), der bei Rückeschäden ¹⁾ 10 bis 14% errechnet, gibt die von anderen Autoren ermittelten Werte mit 10 bis 15 % an. Allerdings beruht die Wertberechnung von MENG auf einer mittleren Faulhöhe von nur 1,2 m. MENG räumt ein, daß der Schaden höher wird, wenn, wie in der Praxis teilweise üblich, stets 3 m lange C/D-Abschnitte ausgehalten werden. Der Güteverlust des Einzelstammstückes und die veränderte Sortierung des Reststammes entspricht dem Verkaufsverfahren 2 (S. 55) in dieser Arbeit. Nach Tab. 6 (S. 60) führt diese Variante neben der Variante 1 zum geringsten Schaden. Die Lösung, das Endstammstück zu Schichtholz aufzuarbeiten oder es im Wald liegenzulassen (Variante 3 und 4) führt demgegenüber zu wesentlich höheren Verlusten.

Auch die Angaben von ROEDER (1970, S.116) (5 - 15% Verlust) beruhen auf einer geringen Faulhöhe (2 m) und zudem auf einer optimalen Schnittholzausbeutung. Eine weniger differenzierte Holzausnutzung wirkt deshalb in Richtung eines rechnerisch höheren Verlustes.

Für die Verhältnisse in einem österreichischen Forstamt errechnet HILSCHER (1964, S. 11) "eine relative Erlösminderung" von 27,9 %. Dabei liegt die mittlere Faulhöhe bei 3, 9 m; die Verwertung umfaßt ein brei-

¹⁾ Da bei Rückeschäden die Stammverletzung tiefer liegt als bei Schälsschäden, ist ein Vergleich der beiden Schadensarten nur unter Berücksichtigung der Faulhöhe möglich.

tes Spektrum und bezieht sich jeweils auf die örtlich optimale Lösung.

Die hier durchgeführte Kalkulation weicht von 'exakten' Schadensberechnungen ab (s.S. 58f.). Die Verkaufsverfahren von SCHULZ (1977) berücksichtigen die technisch schwierigen, regional unterschiedlichen und kostenmäßig sich ungünstig entwickelnden Vermarktungsmöglichkeiten. Dabei führen die pauschalen Ansätze zu höheren Schadenswerten. Trotzdem konnte gezeigt werden, daß sich die Ergebnisse in den relativ großen Rahmen bisheriger Untersuchungen einfügen.

4.6 Schaden in der Durchforstung

Im Vergleich zur Entwertung in der Endnutzung spielt der Schaden, der in der Durchforstung auftritt, eine geringere Rolle. Deshalb wird der Schaden in der Durchforstung nach einer vereinfachten Methode berechnet. Bei der Aufarbeitung von Schwachholz wird in vielen Fällen das entwertete Stammstück abgetrennt und verbleibt im Wald. Dieses Verfahren liegt der Bewertung zugrunde. Abweichenden Aufarbeitungsverfahren mit höheren Erntekosten stehen, wie hier vereinfachend unterstellt wird, entsprechende Erträge gegenüber.

In Tab. 7 werden für Fichte dGZ 9 (Hilfstafeln, Baden-Württemberg) Stämme des ausscheidenden Bestandes der Altersstufen 50 bis 90 mit Hilfe des Sortenrechen-schiebers (SCHÖPFER) sortiert. Dabei liegt der mittlere Schälzeitpunkt im Alter 30, die Höhe der Schälwunde bei 1,20 m und die mittlere Fäuleausbreitung nach RICHTER (1976) bei 3 cm/J. Es wird die Heilbronner Sortierung mit Draufholz verwendet. Als Holzpreis gilt 300 % MZ, für Schichtholz ein Wert von

55 DM/fm.

Der mit der Stammzahl gewichtete Schadenswert ist als Untergrenze zu betrachten, da bei frühzeitiger Stammzahlreduktion die höheren Durchmesser gegenüber der Ertragstafel eine größere Bedeutung erhalten.

Pro Stamm des in der Durchforstung ausscheidenden Bestandes entsteht ein Schaden von 4 DM (Tab.7). Er streut in den einzelnen Altersstufen stark. Bei der Bewertung einzelner Bestände können deshalb mit der hier entwickelten Methode erhebliche Abweichungen vom tatsächlich wirksam werdenden Schaden auftreten. Je nachdem in welcher Altersstufe der überwiegende Teil der Schäden anfällt, ergibt sich im Einzelfall ein höherer oder geringerer Wert. Erst bei gleichzeitiger Bewertung mehrerer Bestände ist es gerechtfertigt, den angegebenen Mittelwert zu verwenden. In der Fehlerrechnung für den Gesamtschaden (S. 89 f.) wird gezeigt, daß ein Fehler des Schadens pro Durchforstungsstamm von ± 1 DM für den Fehler des Gesamtschadens praktisch ohne Bedeutung bleibt. Ein Fehler von ± 1 DM wird bereits bei mehr als 16,3 Beständen ($4,04^2 \cdot 1^2$) unterschritten. Bei Inventuren mit mehr als 100 erforderlichen Stichprobenpunkten (vergl. S. 40) entsteht deshalb durch die Verwendung eines einzigen Mittelwertes für den gesamten Durchforstungsbestand kein Fehler.

Neben dem berechneten Schaden zählen erhöhte Erntekosten zum Verlust. Pro Baum ist mit 1 - 2 zusätzlichen Trennschnitten zu rechnen, die mit einer Kostenbelastung von je etwa 30 Pfg. zu veranschlagen sind. Wird weiterhin die oben angeführte Verschiebung des Durchforstungskollektivs in höhere Durchmesserstufen berücksichtigt, ist ein Schadensansatz von 5 DM pro Durchforstungsbaum angemessen.

Alter	Sortierung						
	ohne Fäule			mit Fäule			Schaden
	Stammholz Klasse Länge fm	Schicht- holz fm	Gesamt- wert	Stammholz Klasse Länge fm	Schicht- holz fm	Faul- holz Gesamt- wert	
50		0,08	4,40		0,06	0,02	0,80
60		0,13	7,20		0,10	0,03	1,20
70	1 8 0,14	0,07	16,00	1 8 0,11	0,03	0,06	12,10 3,90
80	2 14 0,27	0,05	28,70	1 8 0,20	0,04	0,08	20,80 7,90
90	2 17 0,43	0,02	42,40	2 15 0,27	0,06	0,12	31,00 11,40

Für die Berechnung werden folgende Dimensionswerte verwendet:

Alter	BHD	Höhe	Masse	Stamm- zahl	Faul- höhe
50	12,3	13,0	0,08	550	1,90
60	14,4	15,8	0,13	355	2,20
70	16,6	18,4	0,21	250	2,50
80	19,0	22,0	0,32	188	2,80
90	21,8	23,4	0,45	149	3,10

Mittlerer Schaden:
 $4,06 \text{ DM/Stamm} \pm 4,04$

Tab. 7: Schaden je Stamm des Durchforstungsbestandes

5 Laufender Schaden

5.1 Bedeutung als Lenkungsinstrument

Bisher wurden Methoden zur Bestimmung des Gesamtschadens in einem Betrieb dargestellt. Dieser Gesamtschaden liefert wichtige Hinweise auf die durchschnittlichen naturalen und finanziellen Verluste während der kommenden Umtriebszeit, bzw. auf die durchschnittliche Schädigung während der zurückliegenden Umtriebszeit. Der Gesamtschaden besagt jedoch nichts über den gegenwärtig wirksamen Schaden. Um zukünftige Schäden tatsächlich in tragbarem Rahmen halten zu können, ist ein Verfahren nötig, das die Auswirkungen des laufenden Schadens aufzeigt. Dies ist um so wichtiger, als nur dann echte Planung und Kontrolle von Maßnahmen zur Schadensregulierung möglich sind.

5.2 Berechnungsverfahren

Schälschäden sind sehr ungleichmäßig verteilt. Ihr Auftreten schwankt sowohl örtlich als auch zeitlich. Die einzelnen Einflußfaktoren, die diese Schwankungen hervorrufen, können nicht eindeutig bestimmt werden. Erst das unterschiedliche Zusammenwirken mehrerer Faktoren führt zum jeweiligen Schadbild. In Ausnahmefällen kann deshalb ein und derselbe Einflußfaktor bei gleicher Intensität zu unterschiedlichen oder gar zu gegenteiligen Auswirkungen führen. Im allgemeinen können jedoch folgende Tendenzen angegeben werden :

Die Schaddisposition eines Bestandes wird erhöht durch

- unzureichende Fütterungs- und Nistungsverhältnisse
- überhöhte Wildstände
- Beunruhigung im Revier
- Größe des Einzelbestandes
- ungleichmäßige Verteilung gleichaltriger Bestände
- fehlende oder unzureichende Schutzmaßnahmen.

Während das unterschiedliche Ausmaß der Schaddisposition eines Bestandes durch diese Faktoren oft erklärt werden kann, sind für die Gefährdung des Einzelbaumes keine generellen oder gar speziellen Aussagen möglich. Für die rechnerische Beurteilung des laufenden Schadens wird deshalb eine zufällige Verteilung ¹⁾ angenommen, bei der jeder Baum - auch ein bereits geschälter - mit gleicher Wahrscheinlichkeit gefährdet ist.

G sei die Anzahl der Stämme pro Hektar, die zum Bewertungszeitpunkt bereits geschält sind; SN sei der Anteil jährlich neuer Schäden bezogen auf die Gesamtstammzahl (A); schließlich sei n die Dauer (in Jahren) der potentiellen Schälphase. Dann reduziert sich nach n Jahren die Anzahl ungeschälter Stämme (U) auf

$$U = (A - G) (1 - SN)^n$$

Damit ist die Anzahl der geschälten Stämme

¹⁾ Für diese Anregung danke ich Herrn Prof. Dr. R. KÖNIG, Gießen.

Mit dieser Annahme bleibt die kaum zu prognostizierende Tatsache unberücksichtigt, daß Schäl-schäden ungleichmäßig im Bestand verteilt sind.

$$A - U = A - (A - G) (1 - SN)^n$$

S ist die Anzahl der geschälten Stämme, bezogen auf die Gesamtzahl der Stämme:

$$S = \frac{A - U}{A} = 1 - \frac{1}{A} (A - G) (1 - SN)^n \quad (10)$$

Daraus folgt:

$$SN = 1 - \sqrt[n]{\frac{A(1 - S)}{A - G}} \quad (11)$$

Gelingt es, einen Zeitpunkt zu erfassen, an dem $G = 0$ ist, vereinfachen sich die Formeln und das Ergebnis wird unabhängig von A:

$$SN = 1 - \sqrt[n]{1 - S} \quad (12)$$

5.3 Schälprozent als Weisergröße für tragbare Schäden

Erst nach Ablauf der schälgefährdeten Bestandesphase kann entschieden werden, ob die Summe der laufenden Schäden zu einem im Hinblick auf die Produktionsdauer tragbaren Gesamtschaden geführt hat. Das Schälprozent am Ende der Schälgefährdung (SE) ist jedoch eine problematische Größe und erschwert die Beurteilung des laufenden Schadens. Zum einen verändert die abnehmende Stammzahl Ausmaß und Bezugsgröße der Schäden, zum anderen muß die Grenze für den Umfang tragbarer Schäden definiert werden.

5.3.1 Abnehmende Stammzahl

Während der etwa 40 Jahre langen Dauer der Schälgefährdung befindet sich der Bestand in der Phase seiner stärksten Stammzahlabnahme. Dies scheint zunächst die Entwicklung des Schälprozents nicht zu beeinflussen, da Formel (11) unabhängig von A werden kann (s. Formel (12)). In der Formel ist jedoch vorausgesetzt, daß jährlich eine gleichbleibende Zahl von $A \cdot SN$ Bäumen geschädigt wird. Wie diese Forderung in Wirklichkeit erfüllt wird, ist nicht genau bekannt. Die Schälintensität innerhalb eines Bestandes bleibt nicht gleich (ZENKER 1979). Auf eine Phase hoher Intensität folgt meist ein Rückgang der Schädigung. In der späteren Berechnung (S. 82 f.) wird eine verkürzte Dauer der Schälbelastung mit gleichbleibender Intensität eingeführt. Es wird versucht, eine Zahl von n Jahren zu finden, in der jeweils $A \cdot SN$ Bäume geschält werden.

Dabei tritt allerdings ein systematischer Fehler ein, weil aus einem kleiner werdenden Kollektiv jährlich die gleiche Anzahl von Bäumen geschält wird. Daher muß sich ein höheres SE ergeben als bei unveränderter Ausgangsstammzahl. Der Fehler könnte nur dann ausgeschaltet werden, wenn zum einen die tatsächlich abnehmende Schälintensität und zum anderen die Durchforstungen zahlenmäßig erfaßt würden. Derartige Erhebungen erfordern nicht nur einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand, sondern sind auch mit hohen Fehlern behaftet. Denn zunächst ist völlig offen, wie sich die Schälintensität nach einer Durchforstung verhält. Die Schälbelastung kann sprunghaft zunehmen, weil die einzelnen Bäume besser zugänglich sind. Sie kann aber auch

abnehmen, weil verzögerte Astreinigung das Schälen erschwert und zudem in lichterem Beständen der Beunruhigungsfaktor eine größere Rolle spielt.

Wegen dieser schwierig abzuschätzenden Auswirkungen von Durchforstungen schwanken deren Art, Zeitpunkt und Stärke erheblich. Außerdem existieren keine gesicherten Erfahrungen, wann die Phasen starker und geringer Schälintensität anzusetzen sind und wie diese Phasen mit den Durchforstungen zusammenfallen.

Aus diesen Gründen wird hier angenommen, daß die vorgefundene Stammzahl für die Dauer von n Jahren unverändert bleibt und erst danach reduziert wird. Dabei wird in Kauf genommen, daß der tatsächliche Schaden wahrscheinlich höher liegt. In der Tendenz ist für diesen Fehler ein Ausgleich möglich, wenn n höher als die tatsächliche Schäldauer angesetzt wird. Dazu wird die ohnehin unsichere Zahl n etwas in den oberen Bereich ihrer Fehlergrenzen verschoben. (vgl.S. 82 f.)

Das Schälpozent SE ist also als rein theoretische Größe definiert: es bezeichnet das Schälprozent am Ende der schälgefährdeten Periode unter der unzutreffenden Annahme einer gleichbleibenden Stammzahl.

5.3.2 Das Ausmaß tragbarer Schäden

§ 1 des Bundesjagdgesetzes bestimmt, daß die Hege so durchzuführen ist, "daß Beeinträchtigungen einer ordnungsgemäßen land-, forst- und fischereiwirtschaftlichen Nutzung, insbesondere Wildschäden, möglichst vermieden werden". Die Ausführung dieser Regelung ist jedoch nicht eindeutig festgelegt. Da aber nicht etwa gefordert wird, Wildschäden in einer tragbaren Höhe

zu dulden, sondern sie in jedem Fall möglichst zu vermeiden, läßt sich eine eindeutige Priorität der Belange der Forstwirtschaft vor denen der Jagd ableiten (vgl. auch SPEIDEL 1975 b, S. 222).

Für diese Arbeit wird derjenige Schaden als tragbar definiert, der im Zuge der Pflege und regulärer Durchforstungen beseitigt werden kann. Diese Grenze ist im Hinblick auf die strenge Forderung des BJG sehr hoch und kann nicht im Verdacht stehen, zu Ungunsten des Wildes ausgelegt zu sein.

Es ist also ein Schälprozent zu suchen, bei dem diese Forderung erfüllt ist. Dieses Schälprozent entspricht dem in Abschnitt 2.1.2 (S. 15 f) eingeführten 'kritischen Schälprozent' SK. Auch SK ändert sich jedoch mit der Stammzahl. Wie schon bei der Definition von SE (5.3.1) (s.S. 72) ausgeführt, wird daher von der Stammzahl zu Beginn der schälgefährdeten Bestandesphase ausgegangen. Diese Stammzahl ist zwischen 2.500 und 3.000 anzusetzen. Damit liegt $SK = 1 - \frac{4E}{A}$ ¹⁾ zwischen 28 und 40 %. Als Richtwert gilt 35 %.

5.4 Laufendes Schälprozent SN

5.4.1 Schwankungen von SN

Das Auftreten von Schäl Schäden ist sowohl räumlich als auch zeitlich großen Schwankungen unterworfen. Um zuverlässige Aussagen machen zu können, ist es daher erforderlich, den Mittelwert mehrerer aufeinanderfolgender Jahre heranzuziehen. In der Regel können jedoch

¹⁾ mit $E = 450$; vgl. S. 29

nur 2-jährige, in Ausnahmefällen auch 3-jährige oder nur 1-jährige Schälwunden sicher von älteren Schäden unterschieden werden. Bei Berücksichtigung einer längeren Altersspanne würde die Unsicherheit der Altersansprache zu erheblichen Bewertungsunterschieden führen, die in ihrer Richtung und Größenordnung kaum mehr einzuschätzen wären.

Die Schwankungen der Schälintensität sind deshalb näher zu untersuchen. E. KÖNIG (1975) berichtet über Abschußhöhe und die Anzahl geschälter Stämme im Revier Pfronten-Vilstal in den Jahren 1966 bis 1974. Auch wenn der Extremwert des ersten Jahres unberücksichtigt bleibt, liegt der Variationskoeffizient der Schäden immer noch bei 91 %. Neben der Abschußhöhe, mit der sich allerdings kein gesicherter Zusammenhang zur Höhe der Schälgeschäden nachweisen läßt, sind die Unterschiede zurückzuführen auf Art und Ausmaß der Fütterung, die Höhe der Schneedecke und möglicherweise auf die Temperatur.

Ohne näher auf die Ursachen eingehen zu können, läßt sich ein ähnliches Ergebnis bei REINECKE (1968, S. 15 f.) ableiten, der mit einer Fragebogenaktion bei 21 Forstämtern über einen Zeitraum von 14 Jahren getrennt nach Sommer- und Winterschälung Jahre mit besonders starken Schälgeschäden erhob. Für die Jahre ohne Angabe wurde ein mittleres Schälprozent von ca 5 % erfragt. Nimmt man vereinfachend an, daß diese 5 % unverändert blieben und sich gleichmäßig auf Sommer- und Winterschälung verteilen, dann liegt der Variationskoeffizient der neuen Schäden mit 73 % an der Untergrenze der geschätzten Größenordnung.

90 % ist deshalb für die Variabilität der jährlichen Schälintensität kein zu hoher Wert. Das bedeutet, daß selbst bei der Beurteilung von zehn aufeinanderfolgenden Jahren der Variationskoeffizient noch immer bei 30 % liegt ($90 : \sqrt{10}$).

Verfolgt der Leiter eines Forstbetriebes den aus dem BJK § 1 abzuleitenden Grundsatz 'Wald vor Wild', so muß er das Risiko potentieller Schäden wesentlich höher einkalkulieren, als die Ergebnisse einer Inventur aussagen. Die regulierenden Maßnahmen des Betriebes müssen deshalb auf ein Schadensniveau ausgerichtet sein, welches geringer ist als das 'tragbare'. Dagegen darf der Schadensbewerter die Schadenssituation nicht überschätzen. Deshalb muß er berücksichtigen, daß das eigentliche Schadensniveau tiefer liegen kann als das gemessene. Beide Standpunkte stehen sich gegenüber und lassen nur schwer eine Einigung zu.

In dieser Arbeit gilt die Priorität Wald vor Wild. Der ermittelte Schaden soll deshalb keinesfalls in den unteren Bereich seiner Fehlergrenzen verschoben werden. Er ist wegen vorsichtig geschätzter Eingangsgrößen ein Mindestschaden.

5.4.2 Aufgelaufener Gesamtschaden in jungen Beständen

Aus zwei Gründen läßt sich die momentane Schadsituation nicht aus dem Anteil der frisch geschälten Stämme ermitteln. Zum einen ändert sich die Schälintensität derart stark (s.o.), daß keine Aussage möglich ist. Zum anderen liegt das jährliche Schälprozent, das noch zu tragbaren Verhältnissen führt, bei etwa 2 % (vgl.

S. 86 und Abb. 7 a, S. 87), für 2 Jahre bei etwa 4%. Das ist eine Größenordnung, die nur mit einem hohen Stichprobenaufwand genau genug bestimmt werden kann.

Es ist deshalb erforderlich, eine möglichst hohe Anzahl von Jahren zusammenzufassen. Allerdings kann dann nicht mehr das Alter der Schälwunde bestimmt werden; es ist jedoch möglich, SN aus dem Gesamtschaden nach Formel (11) zurückzurechnen. Dabei ist G nachträglich nicht mehr zu bestimmen; es sollte deshalb Null oder zumindest vernachlässigbar sein.

Gesucht sind also Bestände,

- in denen das Schälren vor einer möglichst genau festzustellenden Zahl von i Jahren begann;
- die nicht selektiv, sondern höchstens systematisch durchforstet wurden (kein 'Gesunddurchforsten').

Die Zeitdauer i sollte wegen der Fehlerreduktion zwar möglichst hoch sein, andererseits verliert jedoch die momentane Situation bei Berücksichtigung zu langer Zeiträume an Gewicht. Außerdem müssen dann verstärkt Veränderungen im Beziehungsgefüge Wald - Wild berücksichtigt werden, wie etwa Wilddichte, Äsungsverhältnisse, etc. Ein gewisser Ausgleich zwischen diesen Forderungen dürfte bei $i = 10$ Jahren liegen. Der Fehler durch Schwankungen der Schälintensität liegt zwar mit ca 30 % noch immer sehr hoch, das Beziehungsgefüge Wald - Wild kann sich jedoch nach einem Zeitraum von zehn Jahren schon grundlegend geändert haben.¹⁾ Aus praktischen Gründen wird den-

¹⁾ Im Forstamt Kaltenbrunn, Gemeinde Reichental läßt sich Tanne natürlich vermehren. Noch vor zehn Jahren blühte dort kaum die Heidelbeere. (Exkursionsführer Tagung des Deutschen Forstvereins 1976)

noch eine Dauer von 10 Jahren gewählt, weil sie sich mit dem Forsteinrichtungszeitraum deckt. Diese Methode könnte bei der Verbindung von Schälsschadensaufnahmen mit der Forsteinrichtung die mittleren Verhältnisse darstellen, die Wirksamkeit durchgeführter Maßnahmen kontrollieren und Hinweise für die Planung des folgenden Jahrzehnts geben.

Der Fehler des Verfahrens ist zunächst davon abhängig, wie genau der Zeitpunkt des Schälbeginns festgelegt werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Phase stärkster Schälintensität auch später beginnen kann als der erste Schälzeitpunkt. Es sind also eher zu alte als zu junge Bestände auszuwählen.

Zu demselben Ergebnis führt die Fehlerrechnung: Ist $i + x$ die tatsächliche Dauer der Schälbelastung und i der in der Rechnung verwendete Wert, dann gilt nach Formel (12) für den Fehler von SN:

$$\frac{\Delta \text{SN}}{\text{SN}} = (1 - \frac{i}{\sqrt{1-S}} - 1 + \frac{i+x}{\sqrt{1-S}}) : (1 - \frac{i}{\sqrt{1-S}})$$

Für positives x nimmt der Fehler wegen des exponentiellen Kurvenverlaufs weniger stark zu als bei negativem x . Es ist daher günstiger, i zu überschätzen als zu unterschätzen. Das ist der Fall, wenn eher etwas zu alte Bestände ausgewählt werden, in denen schon länger als i Jahre geschält wurde. Wird der Schälbeginn bei 18 Jahren sehr hoch angesetzt, so müssen 28- bis 29-jährige Bestände ausgewählt werden. In diesen Beständen besteht jedoch die Gefahr, daß neben schematischen Eingriffen bereits begonnen wurde, geschälte Bäume gezielt zu entfernen. In solchen Beständen wäre der tatsächliche Schaden unterbewertet. Vorsichtshalber

wird deshalb die Zahl von 10 auf 7 Jahre reduziert und führt zu 24- bis 26-jährigen Beständen, in denen mit geringerer Wahrscheinlichkeit gezielte Eingriffe durchgeführt wurden.

Im Grunde ist das Alter ungeeignet, Beginn und Ende des Schälens anzugeben. Diese Zeitpunkte werden durch eine Reihe standörtlicher, waldbaulicher, wildbiologischer und sonstiger ökologischer Faktoren mitbestimmt. Eventuell könnte - ähnlich wie bei der Wahl des Durchforstungszeitpunktes nach ABETZ - die Oberhöhe als Weiser für die Gefährdung des Schälens eines Bestandes eingeführt werden. Da jedoch noch keine Zusammenhänge bekannt sind, wird hier das Alter als vermutlich wirksamste und zugleich praktikable Einflußgröße verwendet.

5.4.3 Variable Schäldauer in jungen Beständen

Bei hohem S verlagert sich der Schälbeginn zunehmend in jüngere Bestände, so daß sich die Dauer i erhöht. Bleibt i bei der Berechnung unverändert, so wird bei hohem S der tatsächlich wirksame laufende Schaden überschätzt. Bei geringerem S dürften die Verhältnisse umgekehrt liegen.

Da die Zusammenhänge nicht genau genug bekannt sind, wird eine lineare Abhängigkeit zwischen i und S gewählt. In Abbildung 6 sind neben

$$SN = 1 - \sqrt[7]{1 - S}$$

$$SN = 1 - \frac{5 + 4S}{\sqrt{1 - S}} \quad \text{und}$$

$$SN = 1 - \frac{4 + 6S}{\sqrt{1 - S}} \quad \text{dargestellt.}$$

Der relative Unterschied zwischen beiden Berechnungsvarianten mit variabler Schäldauer ist in Tabelle 8 wiedergegeben:

S in % c Jahre	10	20	30	40	50	60	70	80	90
+ 2 Jahre	29,3	20,3	12,5	5,8	-	5,1	9,5	13,2	16,2
+ 3 Jahre	51,6	33,9	20,1	9,0	-	7,4	13,6	18,6	22,5

Tabelle 8: Relativer Unterschied bei verschiedenen Berechnungsvarianten des neuen Schälprozents (SN)

Ob die Einführung einer variablen Schäldauer zu genaueren Werten führt, kann nicht nachgewiesen werden. Die Berechnung beruht lediglich auf Plausibilitätsüberlegungen und folgt nur in der Tendenz der Verschiebung des Schälzeitpunktes. Die Höhe des verbleibenden Fehlers ist daher unbekannt. Tabelle 8 und Abbildung 6 zeigen, daß nur bei hohen und geringen Schälprozents spürbare Unterschiede auftreten. Für die Fehlerbetrachtung dürften die hohen S-Werte wenig bedeutend sein, da ohnehin ein 'untragbarer' Schaden entstanden ist. Problematischer ist allerdings die zutreffende Einschätzung geringer Schälprozente.

Als Maß für den verbleibenden Restfehler können die Differenzen der Berechnung mit $c = 2$ und $c = 3$ herangezogen werden. Insgesamt wird mit einem Restfehler von 8 bis 20 %, im Mittel 15 % gerechnet.

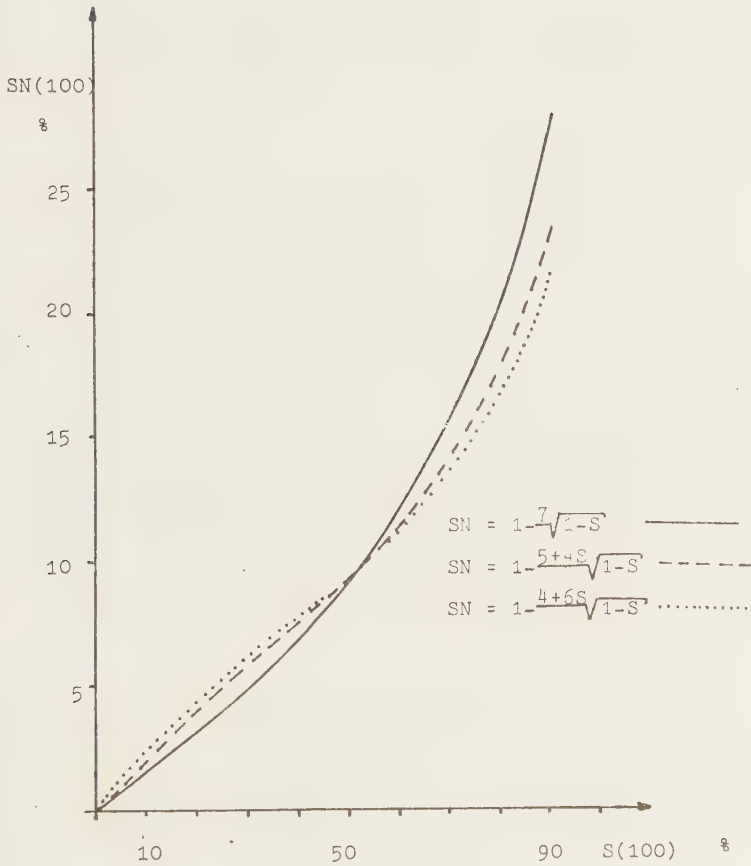


Abb.6: Einfluß der variablen Schäldauer

S = Schälprozent insgesamt

SN= neues (jährliches) Schälprozent

Wird eine maximale Fehleinschätzung für i von $\frac{1}{3}$ Jahren unterstellt, so ergibt sich $s_1 = \frac{1}{3}$ Jahr.
Der relative Fehler von

$$SN = 1 - \frac{5 + 4S}{\sqrt{1-S}} \quad \text{wird dann}$$

$$s_{SN} \% = \frac{\frac{5 + 4S}{\sqrt{1-S}} \ln(1-S) \left(\frac{1}{5+4S}\right)^2}{1 - \frac{5 + 4S}{\sqrt{1-S}}} \quad 100 \%$$

Die Ergebnisse sind für verschiedene Werte von S in Tab. 9 wiedergegeben:

S	90	80	70	60	50	40	30	20	10
$s_{SN} \%$	10,1	11,0	11,9	12,7	13,6	14,6	15,7	16,9	18,3

Tab. 9: Relativer Fehler des neuen Schälprozenten (SN)

Für die weitere Berechnung wird ein mittlerer Fehler von 15 % angenommen. Dieser Wert läßt sich noch reduzieren (s.S. 77), wenn die Abweichungen vom tatsächlichen i überwiegend positiv sind. Ein mittlerer Fehler von 15 % stellt daher eine Obergrenze dar.

Damit läßt sich der Gesamtfehler bei der Ermittlung des jährlichen Schälprozents (SN) berechnen. Er setzt sich zusammen aus der

Fehleinschätzung des Zeitraumes i	15 %
Abhängigkeit von S	15 %
Schwankung von SN innerhalb von 7 Jahren	34 %

Damit wird

$$s_{SN} = \sqrt{15^2 + 15^2 + 34^2} \% \\ = 40 \%$$

5.5 Fehler des Schälprozents (SE) nach Abschluß der Schälgefährdung

Bei der Dauer der Schälbelastung (n) kann von etwa 40 Jahren ausgegangen werden. Allerdings bleibt die Intensität innerhalb dieses Zeitraumes nicht gleich. Die Schäden treten im Dickungs- bis Stangenholzalter massiert auf. Über die Stärke und die exakte Dauer dieser Phase ist wenig bekannt. Es wird deshalb angenommen, daß die hohe Schälintensität etwa 10 Jahre andauert, um dann wieder auf 1/2 bis 1/5 des anfänglichen Wertes zurückzufallen.

Damit ergeben sich folgende Werte:

$$\begin{aligned} n &= 10 + \frac{1}{2} 30 = 25 \\ n &= 10 + \frac{1}{3} 30 = 20 \\ n &= 10 + \frac{1}{4} 30 = 17,5 \\ n &= 10 + \frac{1}{5} 30 = 16 \end{aligned}$$

$$\text{Damit wird} \quad \bar{n} = 19,6 \pm 3,9$$

Wegen der abnehmenden Stammzahl im Laufe von n Jahren (s.S. 71f.) wird $\bar{n}$ auf 23 Jahre erhöht.

Ähnlich wie bei der Berechnung von GE und der unterschiedlichen Dauer i wird auch bei n angenommen, daß sich der Wert mit der Höhe des Schälprozentes ändert.

Für das Ausmaß der Änderung gilt die Berechnung von n als Anhalt, wobei auch hier wieder keine exakte Methode zur Verfügung steht. Es werden Werte zwischen 18 und 28 angenommen.

Bei linearem Ansatz ergibt sich

$$n = 18 + 10 \text{ SE}$$

Nach Formel (12) wird

$$\text{SE} = 1 - (1 - \text{SN})^{18 + 10 \text{ SE}}$$

oder in allgemeiner Form

$$\text{SE} = 1 - (1 - \text{SN})^{r + t \cdot \text{SE}} \quad (13)$$

Diese Gleichung ist transzendent in SE und nicht nach SE auflösbar. Neben iterativen Näherungslösungen ist die graphische Lösung über die Umkehrfunktion möglich:

$$\text{SN} = 1 - \frac{18 + 10 \text{ SE}}{\sqrt{1 - \text{SE}}}$$

(vgl. Abb. 7a, S. 87)

Mit Hilfe der Fehlerrechnung (vgl. Anhang) wird in Formel (13)

$$\text{SE} = 1 - (1 - \text{SN})^{r + t \cdot \text{SE}}$$

neben der Gesamthöhe des Fehlers von SE der Einfluß von SN, r und t bestimmt. Außerdem soll geprüft werden, welche Bedeutung die Höhe des Schadens (SE und SN) für die Höhe des Fehlers hat. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Tab. 10: Einflußfaktoren für den Fehler von SE

			dSN = 0,4 SN				dSN = 0,2 SN			
			Fehler		Fehlerbeitrag unter				Fehler	
			absolut	relativ	der Wurzel von				absolut	relativ
SE (100)	SN (100)	dSE (100)	(dSE/SE) 100	dSN	dr	dt	dSN	dSE	(dSE/SE)	
10	0,6	4,1	41,4	0,001	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	2,3	22,6	
20	1,1	8,1	40,6	0,005	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	4,4	22,0	
30	1,7	11,8	39,1	0,010	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	6,3	21,1	
40	2,3	14,8	37,0	0,015	$7,8 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	7,9	19,8	
50	3,0	17,0	33,9	0,020	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	9,1	18,1	
60	3,7	18,0	30,1	0,022	$9,3 \cdot 10^{-4}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	9,6	16,0	
70	4,7	17,7	25,2	0,022	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	9,4	13,4	
80	6,0	15,5	19,3	0,018	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	8,2	10,2	
90	8,2	10,7	11,9	0,009	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	5,6	6,3	

Tabelle 10 zeigt, daß der Fehler von SE in erster Linie auf die Ungenauigkeit von SN zurückzuführen ist. Die Bedeutung der Genauigkeit von r und t liegt um 1 (2) bzw. 2 (3) Zehnerstellen darunter. Auch die Reduktion des Fehlers von SN auf etwa die Hälfte verändert diesen Sachverhalt nur bei $SE \leq 20\%$. Der Einfluß von r und t ist deshalb bedeutungslos.

Der Fehler von SE (vgl. S. 82) ist letztlich durch die starken jährlichen Schwankungen der Schälintensität bestimmt. Es ist daher von sehr großer Bedeutung für die Bewertung und auch für die Vermeidung von Schadenssituationen, genauere Vorstellungen über die Größenordnung der Intensitätsschwankungen und die Abhängigkeit von Einflußfaktoren zu gewinnen.

5.6 Aufgelaufener Schaden als Weisergröße

Soll der hier entwickelte laufende Schaden als Lenkungsinstrument zur Erreichung tragbarer Wilddichten herangezogen werden, so ergeben sich neben den Problemen einer geringen Höhe von S 25 Schwierigkeiten bei der Beurteilung der großen Fehlerspanne.

In Abschnitt 5.3.2 wurde erläutert, daß mit tragbaren Schadensverhältnissen zu rechnen ist, wenn das Schälprozent SE unter dem kritischen Wert von etwa 35 % liegt. Diesem Wert entspricht in 25-jährigen Beständen ein Schälprozent (S 25) von etwa 10 %. Selbst unter der für das Wild günstigen Annahme,

SE liege erst bei 50 %, ist S 25 mit etwa 15 % ein sehr geringer Wert. Dies hat ungünstige Auswirkungen:

- der Fehler des Berechnungsverfahrens ist bei geringen Schälprozenten besonders hoch (Tab. 10, Abb. 7 b)
- Zur Erhebung geringer Prozentwerte ist eine hohe Anzahl von Stichproben erforderlich.

Dem Schälprozent in 25-jährigen Beständen (S 25) entspricht nach Abschnitt 5.4.3 (S.78 ff) ein jährliches Schälprozent

$$SN = 1 - \frac{5 + 4 \cdot S_{25}}{\sqrt{1 - S_{25}}}$$

Nach Abbildung 7 a kann diesem SN das zu erwartende Schälprozent SE nach Abschluß der schälgefährdeten Bestandesphase zugeordnet werden. Die Beziehung ist in Abbildung 7 b dargestellt. Daneben wurde in Abbildung 7 b mit den Werten von Tabelle 11 ein doppelter Streurahmen für SE eingezeichnet. Innerhalb dieser Grenzen liegt mit 95 % Sicherheit der richtige Wert. Obwohl die Grenzen sehr weit auseinander liegen, können doch einige wichtige Aussagen getroffen werden:

- nur bei geringen S 25-Werten (kleiner als ca. 5 %) liegt die obere Intervallbegrenzung innerhalb des tragbaren Bereichs. Dieser geringe Prozentwert ist aus statistischen Gründen nur schwer zu messen.

Für alle anderen Werte besteht grundsätzlich die Möglichkeit, daß der tragbare Rahmen bereits weit überschritten ist.

- ab S 25 > 25 % ist die Schadenssituation in jedem Fall untragbar.

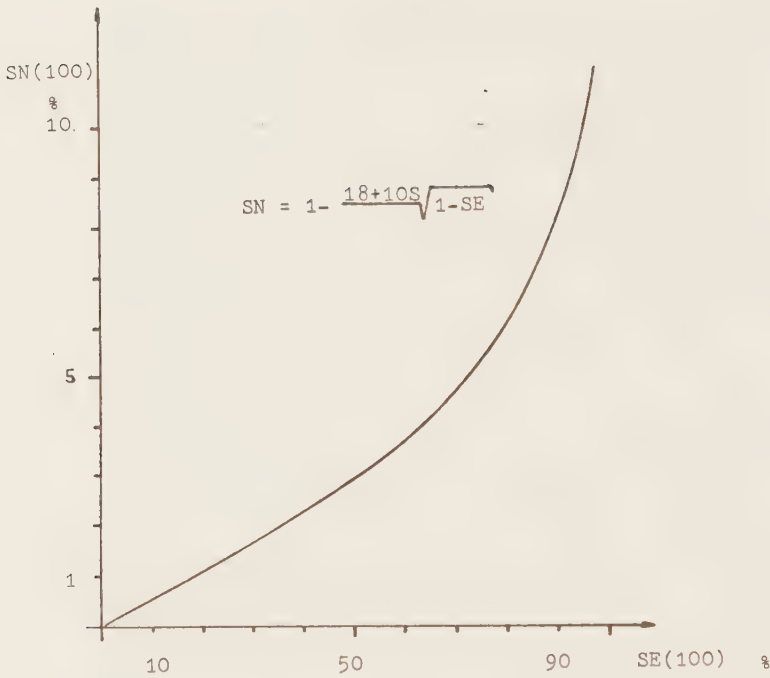


Abb.7a: Zusammenhang zwischen dem jährlich neuen Schälprozent (SN) und dem Schälprozent nach Abschluß der Schälgefährdung (SE)

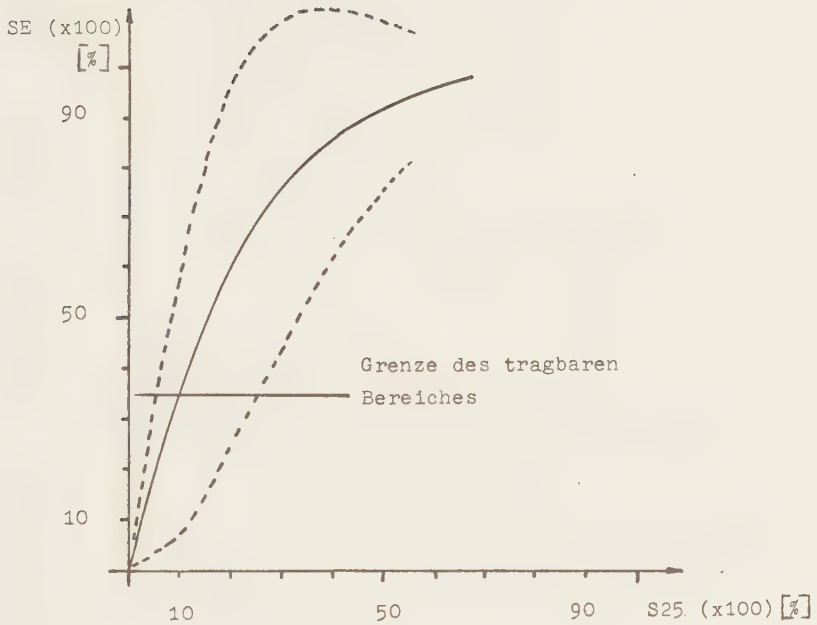


Abb.7b: Zusammenhang zwischen dem Schälprozent in 25-jährigen Beständen (S25) und dem Schälprozent nach Abschluß der Schälgefährdung (SE)

Es werden deshalb folgende Klassen für S 25 vorgeschlagen, wobei jeweils die o.a. Einwände gelten:

- 0 - 10 %: tragbare Schadverhältnisse
- 10 - 25 %: kritische Schadverhältnisse;
hohes Risiko, daß sie bereits
untragbar sind
- über 25 %: untragbare Schadverhältnisse

6 Verfahren bei Großrauminventuren¹⁾

6.1 Gesamtfehler

Bisher wurde die Höhe des Fehlers nur für Einzelgrößen ermittelt. Um den Gesamtfehler des Aufnahmeverfahrens zu bestimmen, ist eine weitere Berechnung erforderlich. Dabei gelten folgende Eingangsgrößen:

Stammzahl vor der letzten Durchforstung	$E = 450 \pm 30$
Verlust pro Stamm in der Endnutzung	$VE = 40,0 \pm 9,8$
Verlust pro Stamm in der Durchforstung	$VD = 5,3 \pm 1$
Schälprozent	$S : \text{variabel} \pm 0,1 S$
Ausgangsstammzahl	$A = 1000 \pm 0,07 A$ (Variante I)
	$A = 1500 \pm 0,07 A$ (Variante II)

Für die Fehlerrechnung wird nur der Fall $A < 1.800$ berücksichtigt, da er in der überwiegenden Zahl der Fälle auftritt (vgl. S. 98 f.). Der Schaden ist dann

$$E \cdot S \cdot VE + (A-E) \cdot S \cdot VD = 20.916 \cdot S$$

(bzw. $23.565 \cdot S$
bei Variante II)

¹⁾ Als Bezugsgröße für Großrauminventuren soll, wie von SPEIDEL (1975 b) vorgeschlagen, das Gebiet einzelner oder mehrerer Bundesländer bzw. des gesamten Bundes gelten.

Der Fehler des Schadens wird (vgl. Anhang)

$$= 1000 \text{ S } \sqrt{1,08 + 17,89 + 0,30 + 0,14 + 4,37}$$

(E)
(VE)
(VD)
(A)
(S)

$$= 4\,876 \text{ S} \quad \text{oder } 23 \%$$

Bei Variante II wird der Fehler

$$1000 \text{ S } \sqrt{1,08 + 17,89 + 1,10 + 0,31 + 5,55}$$

(E)
(VE)
(VD)
(A)
(S)

$$= 5\,023 \text{ S} \quad \text{oder } 21 \%$$

Die Berechnung zeigt die Bedeutung der Einflußfaktoren, wobei sich kein Unterschied zwischen Variante I und II zeigt: nahezu ohne Bedeutung für die Höhe des Fehlers bleiben die Genauigkeiten von E, VD und A. Eine mittlere Rolle spielt S, während VE mit Abstand den höchsten Einfluß auf den Fehler hat.

Bemühungen, die Genauigkeit des Gesamtschadens zu erhöhen, müssen daher darauf abheben, den Fehler von VE zu reduzieren. Wege dazu wurden in den Abschnitten 4.3.2 (S.61 f.) und 4.4 (S.62f) diskutiert.

6.1.1 Genauigkeit des Schälprozents (S)

Nachdem S nur eine mittlere Bedeutung für den Fehler des Gesamtschadens hat (s.o. (S. 90)), erscheint es nicht sinnvoll, durch höhere Genauigkeit von S - bei quadratisch ansteigendem Stichprobenaufwand - das Gesamtergebnis genauer zu ermitteln. Vielmehr sollte die Möglichkeit geprüft werden, ob bei verringerter Inven-

turintensität ein nur wenig ungünstigerer Gesamtfehler entsteht.

Wird der Fehlerbetrag von S abgetrennt, so ergibt sich für die Variante I ein prozentualer Fehler von

$$1/20,915 \sqrt{19,41 + 0,0437 c_{vS}^2} \quad 100 \%$$

Die Ergebnisse sind in Abbildung 8 aufgetragen. Je flacher die Steigung der Kurve, desto günstiger ist es, bei deutlich verringertem Inventuraufwand einen nur wenig erhöhten Gesamtfehler in Kauf zu nehmen. Auf Grund dieser Überlegung und der okularen Interpretation der Kurve liegt ein optimaler Punkt zwischen $c_{vS} = 10 \%$ und $c_{vS} = 25 \%$. Ein höherer Fehler wird mit der vereinfachten statistischen Fehlerberechnung bei Verhältnisschätzungen (vgl. S. 37f) nicht möglich sein, denn der Fehler von Zähler und Nenner muß jeweils unter 10 % bleiben.

6.1.2 Die ökonomisch tragbare Wilddichte

Die ökonomisch tragbare Wilddichte ist nach SPEIDEL (1975 b) erreicht, wenn der Schaden zuzüglich der Schutzkosten (Sch) einen noch genauer festzulegenden Anteil c des Bruttoproduktionswertes (B) nicht übersteigt ($c = \frac{Sch}{B}$). Dieser Wert c läßt sich nur innerhalb eines Fehlerrahmens bestimmen, welcher im folgenden abgeschätzt werden soll: wenn der Fehler des Bruttoproduktionswertes infolge der prognostizierten Zuwachs-, Massen- und Holzmarktverhältnisse auf 15 % geschätzt wird, ergibt sich für den Fehler von c :

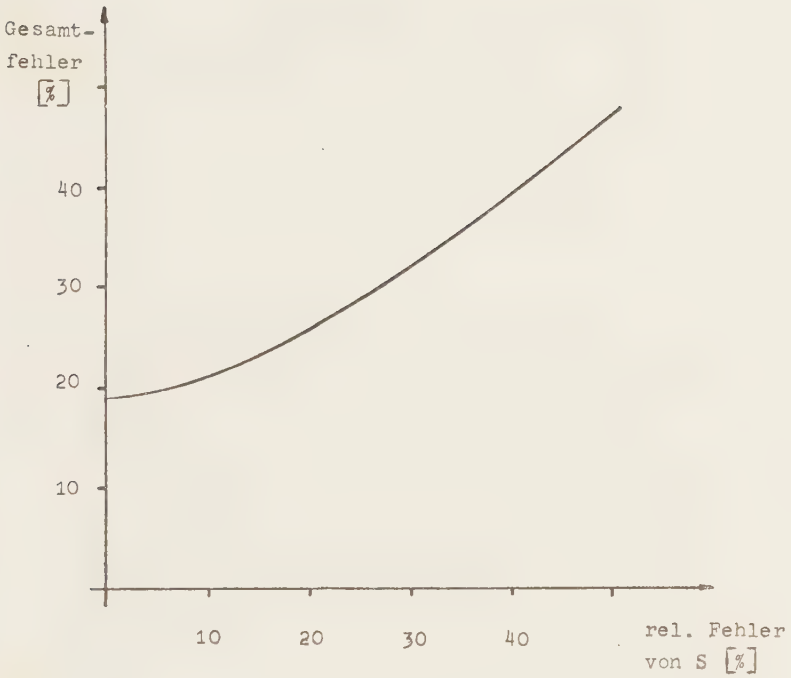


Abb.8: Einfluß des Fehlers von S (Schälprozent) auf den Gesamtfehler

$$s_c = \sqrt{\left(\frac{1}{B} 0,2 \text{ Sch}\right)^2 + \left(\frac{\text{Sch } 0,15 \text{ B}}{B^2}\right)^2}$$

$$= \frac{\text{Sch}}{B} \sqrt{0,04 + 0,0225}$$

(Sch) (B)

≅ 25 % (relativ)

Wird als Vertrauensintervall wieder der ± 2 s-Bereich gewählt, so liegt der tatsächliche Wert innerhalb einer Spanne von 100 % (4 x 25 %). Mit steigenden Werten von c wird dieser Vertrauensbereich unverhältnismäßig groß und dürfte spätestens mit ± 10 % bis 15 % (absolut) eine Grenze erreicht haben, ab der es nicht mehr möglich sein wird, den Wert c als Kriterium zur Unterscheidung von Schadenssituationen heranzuziehen. c sollte deshalb kleiner als 20 - 30 % bleiben; nicht nur weil so hohe Schäden längst nicht mehr zugemutet werden können, sondern auch aus rein verfahrenstechnischen Gründen.

6.2. Vereinfachte Methodik

Die Erhebung der Inventurdaten ist mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden (vgl. SEEMANN 1978). Dennoch ist das Ergebnis recht ungenau. MANTEL (1968) spricht in diesem Zusammenhang davon, daß "jede Schäl-schadensbewertung eine problematische Angelegenheit ist und letzten Endes auf eine auf rechnerischen Unterlagen beruhende Schätzung hinausgehen muß" (S.69). MANTEL (1968, S. 232) folgert, es sei daher "gerechtfertigt, großzügig vorzugehen ...". Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen offenbar BAADER und KATÓ (vgl.

S. 11 u. S. 12), deren Inventuren auf Schätzungen der Forstämter basieren. In einem zweiten Schritt wurden diese Schätzwerte auf Grund weniger Stichprobenmessungen global korrigiert.

Es soll deshalb auch hier geprüft werden, inwieweit auf eine umfassende Stichprobeninventur verzichtet werden kann und welche sonstigen Vereinfachungen möglich sind.

6.2.1 Schätzen des Schälprozentos

Der Hauptnachteil von Schätzungen ist, daß nur dann ein Anspruch auf eine bestimmte Genauigkeit erhoben werden kann, wenn der Zusammenhang zwischen Schätzung und tatsächlichem Wert durch Kontrollmessungen ausreichend erfaßt ist. Zwar können Kontrollmessungen und Übung die Güte von Schätzungen steigern, dennoch werden mit hoher Wahrscheinlichkeit geschälte Stämme übersehen. So muß im Grunde jeder in die Schätzung einbezogene Stamm von jeder Seite begutachtet werden, um im Zweifel festzustellen, ob er geschält ist. Es kann etwa am Steilhang vorkommen, daß nahezu alle Stämme von oben geschält sind. In Baumhölzern ist diese Schwierigkeit weitgehend dadurch auszugleichen, daß beim Begang des Bestandes immer wieder nach alle Seiten beobachtet wird. Dagegen ist in Dickungen und Stangenhölzern, den am meisten gefährdeten Beständen, allein schon das Begehen äußerst mühsam, ein Beobachten nach allen Seiten fast nicht möglich. Hinzu kommt, daß bewußt oder unbewußt oft diejenigen Bestandesteile aufgesucht werden, die am leichtesten zu begehen sind.

Solche Probleme sollen hier nur angedeutet sein. Bei der Erhebung im Nordschwarzwald (SEEMANN 1978) wurde vor dem Auszählen der Quadrate das jeweilige Schälprozent geschätzt. Der Vergleich mit der Messung ist in Abbildung 9 dargestellt und liefert wertvolle Hinweise für die Anwendung von Schätzmethoden. Es zeigen sich z.T. sehr hohe Abweichungen bei Einzelwerten, während das Gesamtergebnis einen guten Ausgleich ergibt: die Inventur ergab 35,7 %, geschätzt wurden 32,4 %. Geringe Werte wurden unterschätzt.¹⁾ Dagegen scheint bei höheren Werten eine ausgeglichene Ansprache möglich gewesen zu sein.

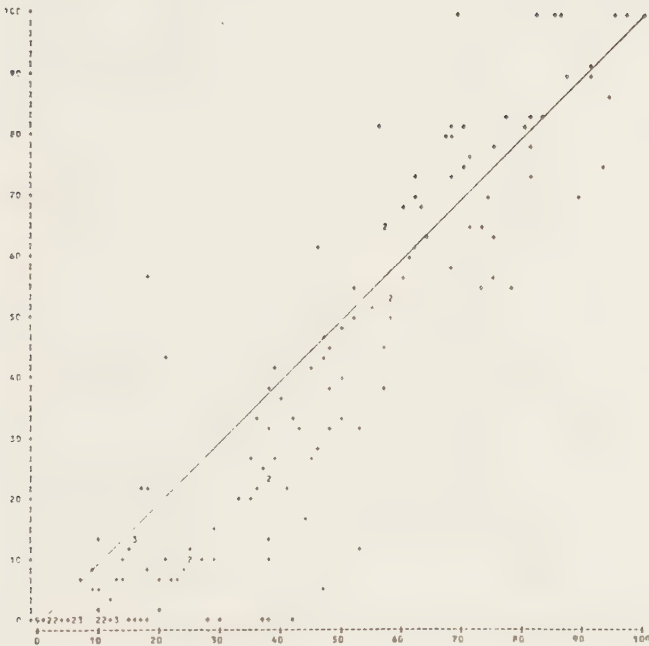
Anstelle der Schätzungen im Einzelbestand wurde eine Globalschätzung durch ortskundige Personen (Betriebs- und Revierleiter) durchgeführt. Der Versuch mißlang beim Gesamtschaden. Wahrscheinlich ist es zu schwierig, aus einem Kollektiv, das sowohl hinsichtlich des gesuchten Wertes S als auch hinsichtlich der Bezugsgröße A stark streut, einen zutreffenden Anteilswert anzugeben. Dagegen ergab sich für den laufenden Schaden eine wesentlich bessere Annäherung: 37 % (Betriebsleiter) und 33 % (Revierleiter) standen einem Inventurwert von $39,2 \pm 6,2$ gegenüber. Das bessere Ergebnis ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß dieses Kollektiv überschaubarer ist und sich hinsichtlich der Bezugsgröße A nur wenig ändert.

6.2.2 Klassenbildung

Eine weitere Erleichterung wird möglich sein, wenn das Schälprozent nicht mehr stetig, sondern nach Klassen

¹⁾ Die Unterschätzung geringer Werte hängt möglicherweise damit zusammen, daß bei der Inventur bei geringen Schälprozenten auch eine geringere Schädigung des Einzelstammes beobachtet wurde und Mehrfachschädigungen weniger häufig auftraten.

geschätztes
Schälprozent



durch die Aufnahme
bestimmtes Schälprozent

Abb.9: Zuverlässigkeit der Schätzung des Schälprozents
nach Werten aus der Aufnahme im Nordschwarzwald
(SEEMANN 1978)

geschätzt wird. Entscheidend für alle auftretenden Fehler ist die Klassenbreite (b). Sie sollte möglichst groß sein, um ein sicheres Schätzen zu gewährleisten. Nach DIN 55 302 (bei BRAUCH et al. 1971, S. 131) soll $b \leq 0,6s$ sein. Mit den Zahlen von St. Andreasberg ergibt das

$$b \leq 0,6 \cdot 36,7 \% = 22,0 \%$$

d.h. es können 5, oder bei Überschreiten der Grenze auch 4 Klassen ausgeschieden werden.

Insgesamt entstehen drei Fehler:

- Der Klasseneinteilungsfehler

Er "ist zufälliger Natur" und "entsteht bei der Festlegung des Klassenmittels" (PRODAN 1961, S.76). "Für die ganze Verteilung gleicht sich dieser Fehler weitgehend aus. Der Klasseneinteilungsfehler der arithmetischen Mittels der ganzen Verteilung ist annähernd:

$$\pm \frac{0,3 \cdot b}{N} \quad \text{"} \quad \text{(ders.ebd.)}$$

Für die Verhältnisse von St. Andreasberg wird der Fehler sehr klein:

$$\pm \frac{0,3 \cdot 25\%}{100} = \pm 0,75 \%$$

- Der Rundungsfehler

Er entsteht, wenn das Klassenmittel nicht mit der Klassenmitte zusammenfällt, also bei zu- oder abnehmenden Verteilungsformen. Der Fehler ist daher systematisch und nur zu bestimmen, wenn die Verteilungsform bekannt ist. Er

kann jedoch dann möglicherweise ausgeglichen werden, wenn das Klassenmittel errechnet wird. Dieser Weg entfällt allerdings bei Schätzungen.

- Der Schätzfehler

Beim Schätzen ist der genaue Wert nicht bekannt, so daß der Bestand einer falschen Klasse zugeordnet werden kann. Dieser Fehler gleicht sich bei der Aufnahme mehrerer Bestände weitgehend aus, wenn er zufällig und nicht systematisch ist.

6.2.3 Verzicht auf das waldbauliche Modell

Nach MANTEL (1968) müssen sich Schälsschadensbewertungen auf mehr oder weniger gute Schätzungen beschränken (s.S. 93). Obwohl das hier entwickelte Verfahren nur einen relativ gut zugänglichen Teilbereich erfaßt, wurde auch dafür ein Fehler von über 20 % berechnet. Es soll deshalb geprüft werden, ob in stammzahlreichen jungen Beständen ein eigenes Bewertungsmodell eingeführt werden muß, oder ob es genügt, ein einheitliches Verfahren auf alle Bestände anzuwenden. Zudem kommt das waldbauliche Modell (S. 15 ff.) nur in relativ wenigen Fällen zum Zuge: Schätzt man, daß die Stammzahl 1800 mit 30 bis 35 Jahren spätestens erreicht ist, und daß das Schälen frühestens mit 10 bis 15 Jahren beginnt, so ergibt sich für die Anwendung eine Zeitspanne von etwa 20 Jahren. Bezogen auf die Gesamtspanne der zu bewertenden Bestände von etwa 90 Jahren läßt sich ein Anteil von 20 bis 25 % errechnen. In diesen Beständen liefert das waldbauliche Modell einen in Abhängigkeit von S und A geringeren Schadenswert.

Bei der Aufnahme im Nordschwarzwald lag der Anteil der Bestände mit $A > 1800$ bei 17 %.

In der folgenden Übersicht (Tabelle 11) wird eine Vergleichskalkulation durchgeführt. Der Beispielbetrieb hat 12 Probebestände, die etwa die normale Stammzahlverteilung wiedergeben. Der Schaden wird mit und ohne Verwendung des waldbaulichen Modells berechnet.

Aus der Berechnung geht hervor, daß der Unterschied beider Berechnungsvarianten auch für den Gesamtbetrieb mit abnehmendem Schälprozent stark zunimmt. Es wird deshalb nur bei höheren Schälprozenten (ab etwa 40 - 50 %) möglich sein, auf das waldbauliche Modell zu verzichten.

Es wäre auch denkbar, den höheren Schaden, der sich durch die prozentuale Zuordnung ergibt, als Ausgleich für diejenigen Verluste anzusehen, die bisher noch nicht oder nur unvollständig in die Bewertung eingehen. Dieser pauschale Bewertungszuschlag ist insofern nicht gerechtfertigt, weil die Höhe der zusätzlichen Verluste nicht bekannt ist; außerdem ist bei hohen Schälprozenten im nicht bewerteten Bereich ein zunehmend höherer Schaden zu erwarten als bei geringen Schälprozenten. Demgegenüber wird die Differenz der beiden Berechnungen gerade bei hohen Schälprozenten immer geringer.

	S = 60 %				S = 30 %			
	waldbauliches Modell		prozentuale Zuordnung		waldbauliches Modell		prozentuale Zuordnung	
	GE	GD	GE	GD	GE	GD	GE	GD
A								
3000	222	978			-	300		
2400	246	1194			62	658		
1900	266	874	12.450·0,6	0,6·A ₁	123	447	12.450·0,3	0,3·A ₁
1500	734	3046	-	3240	185	1405	-	-1620
1200		-	-	600			-	600
1000								
900								
800								
700	9.0,6·450	(A ₁ -E)S						
600	= 2430	= (A ₁ -E)S						
500		= (7650-9·450)0,6						
450		= 2160						
	3 164	5 206	3 240	5 130	1 400	2 485	1 620	2 265
Schaden pro Baum	40.-	5.30	40.-	5.30	40.-	5.30	40.-	5.30
Schaden	147 126	27 591			65 100	13 170	75 330	12 005
		174 718	177 849		78 270		87 335	
Differenz		3 131 oder 2 %				9 065 oder 12 %		

Tab. 11: Schaden mit und ohne Verwendung des waldbaulichen Modells

6.3 Folgerungen für Großbrauminventuren

Nach einem Vorschlag von SPEIDEL (1975 b, S. 227 f.) sollen Wildschäden im Rahmen einer Großbrauminventur untersucht werden. Es sei "... zu vermuten, daß einzelne Beziehungen zwischen den Einflußgrößen und den entsprechenden Auswirkungen sowie die Folgerungen für die wirtschaftlich tragbare Wildddichte überregional Gültigkeit besitzen... Die Ergebnisse einer solchen Inventur "seien" die einzig brauchbare Grundlage für eine langfristige Politik zur Regelung des Problems Wald und Wild". Es soll deshalb untersucht werden, in welcher Hinsicht die Ergebnisse dieser Arbeit die Methodik der Schadensaufnahme und die Beurteilung der Ergebnisse der geplanten Großbrauminventur beeinflussen.

6.3.1 Schadensaufnahme

Schälschadensinventuren sind kostspielig und dennoch relativ ungenau. Es wird deshalb vorgeschlagen, nach Möglichkeit auf kostengünstigere Schätzverfahren auszuweichen. Der Gesamtfehler kann dann zwar nicht mehr angegeben werden; er dürfte sich jedoch nicht wesentlich erhöhen, wenn bei der Aufnahme weitere Fehlermöglichkeiten vermieden werden. Nach ROEDER u. BECKER (1974, S. 176) wirken bei okularen Schätzungen neben der Bevorzugung bestimmter Zahlen und der Stabilität der Skalenvorstellung auch bewußte und unbewußte subjektive Fehlerquellen mit (z.B. Beschönigungen und Vorurteile). Es erweist sich als günstig, je nach Übung mehr oder weniger häufig Kontrollmessungen vorzusehen. A und S sind leichter zu schätzen, wenn sie

in Klassen eingeteilt sind. Dadurch verkürzt sich die Einübungszeit.

Schätzverfahren sind vor allem für die Forsteinrichtung von Bedeutung. Da ohnehin jeder Bestand begangen wird, lassen sich ohne großen zusätzlichen Aufwand A und S erheben. Durch die große Zahl von Werten spielen dann zufällige Fehler keine Rolle mehr. Systematische Abweichungen sind jedoch unbedingt gering zu halten.

6.3.2 Aussage der Ergebnisse

Die vorgeschlagene Inventur ermittelt einen Schadenswert mit einer geringen statistischen Genauigkeit (vgl. S. 90). Unterschiedliche Schadenssituationen in verschiedenen Betrieben sind deshalb nur dann sicher zu erfassen, wenn die Unterschiede sehr groß sind.

Schwierigkeiten sind zu erwarten, wenn der Einfluß verschiedener Faktoren auf den Schaden überprüft werden soll. Zumindest teilweise wird der Einfluß der zu untersuchenden Größen von der Ungenauigkeit der Aufnahme- und Bewertungsmöglichkeiten überlagert. Eventuell kann daher nur der Einfluß der Faktoren mit dem höchsten Gewicht statistisch nachgewiesen werden. Die Erkenntnis aus weiteren Untersuchungen ist unter diesem Aspekt eingeschränkt.

Die in Kapitel 5 entwickelte Erfassung des laufenden Schadens beschreibt die Dringlichkeit von schadensreduzierenden Maßnahmen, läßt jedoch keine Aussage über deren Eignung zu. Da die Ursachen für den Schaden komplex sind, ist es sinnvoll, auch verschiedenartige Maßnahmen zu seiner Bekämpfung einzusetzen (vgl. S. 31). Es ist denkbar, daß auch eine verringerte Wildldichte untragbare Zustände herbeiführt, wenn alle sonstigen Umstände ungünstig sind (vgl. HOFFMANN 1978, S. 1283).

Wie hoch eine tragbare Wilddichte unter bestimmten Umweltbedingungen sein darf, muß durch Reduzierung der Schadintensität erprobt werden. Dabei ist es zweckmäßig, alle verfügbaren Maßnahmen einzusetzen.

Bei der Interpretation von Inventurergebnissen ist zu beachten, daß aus der Sicht der Forstwirtschaft erst dann 'tragbare' Verhältnisse bestehen, wenn die obere Fehlergrenze eines Schadkriteriums unterhalb eines als tragbar definierten Schwellenwertes zu liegen kommt (vgl. S. 75). Dieses Vorgehen bedeutet, daß der Schaden bereits 'tragbar' sein kann, wenn die Inventur noch zu 'untragbaren' Ergebnissen führt (vgl. S. 75). Wird jedoch der forstwirtschaftlichen Nutzung keine Priorität gegenüber der jagdlichen Nutzung eingeräumt, so ist ein wichtiges Ziel von Schadensinventuren gefährdet, nämlich 'tragbare' Verhältnisse herbeizuführen. Die eindeutige Festsetzung von Prioritäten ist deshalb ein bedeutender Beitrag zur Lösung des Schalenwildproblems.

Der Gesamtschaden entspricht (vgl. S. 19) der Summe aller heute erkennbaren Schäden, die im Laufe der kommenden Umtriebszeit wirksam werden. Ein daraus abgeleiteter durchschnittlicher jährlicher Schaden kann deshalb in diesem Zeitraum auf keinen Fall durch irgend welche Maßnahmen verringert werden. Er erhöht sich, wenn neue Schäden hinzutreten, die noch im gleichen Zeitraum wirksam werden. Auch aus diesem Grund ist der Schaden ein Mindestwert. Er bedeutet für den Betrieb während einer sehr langen Zeitdauer eine zumindest gleichbleibende Belastung.

In der Forsteinrichtung läßt sich die finanzielle Belastung im Planungszeitraum abschätzen, wenn der Schaden bestandesweise erhoben wird. Dann können die zur

Nutzung anstehenden Bestände in die Schadensbewertung einbezogen werden.

Wie die Beurteilung der Einflußgrößen ergab (S. 90), genügt es, für E, A und VD grobe Näherungswerte anzugeben. S sollte möglichst gut geschätzt werden, während örtlich angepaßte Kalkulationen von VE die Zuverlässigkeit der Bewertung erhöhen können.

7 Zusammenfassung

In der erneut aufgelebten Schälenselbstdiskussion stellt sich das Problem, geeignete Kenngrößen für einen tragbaren Wildschaden zu ermitteln. SPEIDEL (1975) schlug vor, durch eine Großrauminventur sowohl den Schaden zu erheben, als auch Einblick in seine standörtlichen, forstlichen, wildbiologischen und jagdlichen Einflußfaktoren zu gewinnen. Aus wildbiologischen Gründen und für Zwecke der Großrauminventur ist es erforderlich, nicht einzelne Bestände, sondern größere Gebiete zu beurteilen.

Diese Arbeit versucht, für den Bereich der Schälenselbden Methoden der Schadensbewertung und der Beurteilung waldbaulicher Auswirkungen zu entwickeln. Dabei ist der Schaden um so geringer, je früher ein geschädigter Baum im Laufe des Bestandeslebens genutzt werden kann. Nach Festlegung weniger waldbaulicher Kenngrößen wird der Schaden den Bestandesphasen Jungbestandspflege, Durchforstung und Endnutzung zugeordnet. Ohne Berücksichtigung der Schälenselbden bestimmen die Kriterien Vitalität und Qualität die für den Endbestand möglichen Bäume. Sie sind nur bei 50 % aller Bäume ausreichend erfüllt. Daneben muß für eine gesicherte Z-Baumauswahl jeweils ein weiterer "Reservist" zur Verfügung stehen. Mit diesen Annahmen läßt sich ein kritisches Schälprozentsatz errechnen, bei dem der Endbestand gerade noch ohne Schaden bleibt. Nach Festlegung der angestrebten Endstammzahl ($E = 450$) sowie der Stammzahl, bei der zum ersten Mal aufarbeitungsfähige Stammdimensionen anfallen (Verwertungsgrenze $AV = 2400$), kann durch Erhebung der Stammzahl und des Anteils geschälter Stämme (S) die zu er-

wartende Anzahl geschädigter Stämme in den verschiedenen Bestandesphasen bestimmt werden. Dabei geht die Berechnung davon aus, daß mit zunehmendem Schälprozent und abnehmender Stammzahl die Möglichkeiten geringer werden, einen Bestand im Zuge regulärer Eingriffe 'gesundzudurchforsten'. Die zu erwartende Zahl geschädigter Stämme im Endbestand nähert sich deshalb immer mehr dem Wert $E \cdot S$.

Die statistische Absicherung von Schälschadensinventuren (Kapitel 3) stellt besondere Anforderungen, weil das Schälprozent als Verhältniswert einer nur schwer zugänglichen Verteilung unterliegt. Um dennoch den aus der Normalverteilung abgeleiteten zentralen Grenzwertsatz anwenden zu können, müssen nach COCHRAN (1972) bestimmte Mindestanforderungen erfüllt sein. Der Stichprobenumfang muß über 30 liegen, und die Variationskoeffizienten von Zähler und Nenner des Verhältniswertes müssen geringer als 10 % sein. Wenn bei einer statistischen Sicherheit von 95 % ein Fehler von höchstens 10 % entstehen soll, liegt unabhängig von der Flächengröße der erforderliche Stichprobenumfang mindestens zwischen 100 und 200 Stichprobenpunkten. Neben der Streuung spielt vor allem auch die Höhe des Schälprozentes eine Rolle, denn bei geringen Werten ist mit einem stark ansteigenden Stichprobenumfang zu rechnen.

Die monetäre Bewertung von Schälschäden ist mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Die Fehlerrechnung zeigt, daß die Genauigkeit des Verlustes pro Baum im Endbestand mit Abstand den größten Einfluß auf die Höhe des Fehlers hat. Dagegen bleibt der Fehler des Verlustes, der pro Baum des Durchforstungsbestandes auftritt, praktisch ohne Bedeutung für die

Genauigkeit des Schadens. Der Verlust eines in der Durchforstung genutzten, geschälten Stammes wurde deshalb nach einem vereinfachten Verfahren mit DM 5.- beziffert. Demgegenüber berücksichtigt die Kalkulation des Schadens, der durch einen geschälten Endnutzungsstamm auftritt, vier verschiedene Verwertungsvarianten, die bei SCHULZ (1977) beschrieben sind. Von elf untersuchten Einflußfaktoren erweisen sich lediglich vier für die Höhe des Fehlers als entscheidend. Es sind dies die Masse des durchschnittlichen Endnutzungsstammes, die Masse des entwerteten Stammstückes, die Faulhöhe sowie der Preisabschlag für C-Holz. Bei einer durchschnittlichen Faulhöhe von 3 m ergibt sich ein Verlust von DM 40.- pro Baum; der Fehler liegt bei 25 %. Die Möglichkeiten, den Fehler durch genauere Eingangsgrößen für Masse, Faulhöhe und Verwertungsmöglichkeiten zu reduzieren, sind begrenzt. Auch bei Werten, die mit hoher Genauigkeit der Buchführung entnommen werden können, besteht die Unsicherheit der zukünftigen Entwicklung. Dies gilt sowohl für finanzielle als auch für naturale Daten, wobei die letzteren durch unterschiedliche Bestandesbehandlung beeinflußt werden.

Der Fehler des Schälprozentes spielt für die Genauigkeit der Inventurergebnisse nur eine 'mittlere' Rolle; er kann einen hohen relativen Wert zwischen 10 und 25 % annehmen, ohne den Gesamtfehler wesentlich zu erhöhen. Das Aufnahmeverfahren kann deshalb vereinfacht werden, wobei vor allem Schätzverfahren in Betracht kommen. Allerdings zeigt ein Versuch, daß Globalschätzungen durch ortskundige Personen kaum zum Erfolg führen. Mit Einzelschätzungen ist dagegen ein sicheres Ergebnis möglich, wenn nach einer Einübungs-

zeit mit häufigen Kontrollmessungen die Schätzwerte eine gewisse Übereinstimmung mit den Meßwerten erreicht haben. Dies ist vor allem möglich, wenn nicht stetig, sondern nach Klassen geschätzt wird. Als Nachteil bleibt jedoch, daß Schätzwerte nur sehr begrenzt für eine statistische Auswertung verwendbar sind.

Der hohe Fehler von Inventurergebnissen (20 bis 25 %) erschwert es, durch eine Großrauminventur die Bedeutung überregional gültiger Einflußfaktoren zu bestimmen. Wahrscheinlich kann kein Einfluß nachgewiesen werden, oder nur der Einfluß der Faktoren mit dem höchsten Gewicht. Bei einem untragbaren Schadensausmaß kann deshalb voraussichtlich nicht angegeben werden, welche Maßnahmen am wirksamsten zur Reduktion der Schäden führen. Es scheint jedoch festzustehen, daß das Ziel nur erreicht werden kann, wenn ein Bündel verschiedener Maßnahmen gleichzeitig darauf ausgerichtet ist. Solange Schäden nicht auf ein tragbares Maß reduziert sind, ist es erforderlich, alle denkbaren Gegenmaßnahmen zu aktivieren.

Nach dem bisher beschriebenen Verfahren steht als Ergebnis der Inventur der Gesamtschaden eines Betriebes, der jedoch keine Aussage über das momentane Verhältnis zwischen Wald und Wild zuläßt. Aussagen sind nur möglich, wenn zusätzlich der neue Schaden erfaßt wird. Starke räumliche und zeitliche Schwankungen erschweren eine zuverlässige Aussage und machen es erforderlich, bei der Aufnahme so viele Jahre zusammenzufassen, daß keine sichere Trennung zwischen altem und neuem Schaden möglich ist. Es wird deshalb vorgeschlagen, den laufenden Schaden aus dem kumulierten Schaden in jun-

gen, etwa 25jährigen Beständen zurückzurechnen. In einem zweiten Rechenschritt kann von diesem jährlichen Schaden auf den Schaden (SE) geschlossen werden, der sich am Ende der Schälgefährdung eines Bestandes voraussichtlich einstellt. Dabei hat die ungenaue Einschätzung der Dauer der Schälgefährdung eines Bestandes einen weit geringeren Einfluß auf den Fehler von SE als der hohe Fehler bei der Ableitung des jährlichen Schadens. Trotz dieser Unsicherheit kann das Schälprozent in etwa 25jährigen Beständen (S 25) als wichtiger Weiser für den laufenden Schaden herangezogen werden. Definiert man den Schaden als tragbar, der zu keinem Schaden im Endbestand führt, so sind die Verhältnisse nur bei S 25-Werten bis 10 % tragbar, zwischen 10 und 25 % kritisch und das Risiko ist groß, daß ein untragbarer Schaden entstehen könnte. Über 25 % ist der Schaden in jedem Fall untragbar.

Das Verfahren zur Erfassung des laufenden Schadens bietet sich für eine Verwendung in der Forsteinrichtung an. Da ohnehin jeder Bestand begangen wird, entsteht durch die Schätzung des Schälprozents kein nennenswerter Mehraufwand. Die Auswirkungen der Ergebnisse dürfen allerdings nicht überbewertet werden. Da nur in periodischen Abständen gesicherte Unterschiede festzustellen sind, kann das Ergebnis nur die Tendenz für den kommenden Planungszeitraum angeben und zeigen, wie wirksam die Maßnahmen zur Schadensreduktion im vergangenen Jahrzehnt gewesen sind.

8. Folgerungen für zukünftige Untersuchungen

Hauptziel dieser Arbeit ist es, für Bestände oder größere Gebiete den Schaden durch Schälern seinem Umfang und Wert nach zu bestimmen. Dieser Schaden kann auf seine 'Tragbarkeit' überprüft werden, wenn er mit einem fest vorgegebenen Weiserwert verglichen wird. Insofern ist es für diese Arbeit ohne Bedeutung, auf Grund welcher Einflußfaktoren eine bestimmte Schadenssituation entstand. Entscheidend ist, ob die Situation schadensmindernde Maßnahmen erfordert. Welche Maßnahme, bzw. welche Kombination von Maßnahmen dabei im Einzelfall die größte Wirkung zeigt, muß anderen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Eine wichtige Rolle bei Maßnahmen zur Schadensreduktion spielt die Abschußhöhe. Eine bisher unzureichende Wildstandsreduzierung könnte durch vermehrten und weniger kontrollintensiven Einsatz geeigneter Jagdgäste verbessert werden. Daneben wäre die Gesamtstrecke wahrscheinlich auch durch eine weniger differenzierte Klassifizierung vor allem der Hirsche zu erreichen. Vor demselben Hintergrund könnten die Toleranzgrenzen bei Fehlabschüssen neu überdacht werden.

Einen weiteren Ansatzpunkt für die Schadensreduktion bieten Maßnahmen der Biotopverbesserung. Neben künstlichen Maßnahmen, wie der Anlage von Wildwiesen usw., verspricht auch die großflächige Verbesserung der natürlichen Verhältnisse Erfolg. Rotwildgebiete liegen zumeist in Waldgebieten mit hohem Fichtenanteil (vgl. ROEDER 1970, S. 4 f.). Die Hauptschädigung erfolgt in Dickungen und Stangenhölzern (vgl. ZENKER 1979), die

wegen der Deckungsmöglichkeiten aufgesucht werden aber für das Wild kaum Alternativen zum Schälén bieten. Es ist deshalb anzunehmen, daß standortsgemäße Mischbestände mit möglichst stufigem Bestandesaufbau und hohen Verjüngungsvorräten zu einer günstigeren Schadenssituation führen können. Zum einen findet das Wild auf einer größeren Fläche Deckung und Äsung, zum anderen ist ein Schaden eher von wirtschaftlich bedeutsamen Bäumen abzulenken.

Für den gesetzlich vorgeschriebenen Wildschadensersatz, der zweimal im Jahr vorgenommen werden muß (BJG § 34), sollte ein einheitliches, möglichst einfaches Bewertungsverfahren entwickelt werden. Dabei ist zu prüfen, ob es für Bewertungszwecke ausreicht, den Bewertungszeitraum zu verdoppeln und dadurch den Inventuraufwand zu verringern.

Bei der Bewertung des laufenden Schadens sollte auch bei Fichte Haupt- und Nebenbestand getrennt erfaßt werden (vgl. S. 34). Bei einem geringen Schadensausmaß kann die konkrete Verteilung auf die Stammklassen von der im Durchschnitt nahezu gleichmäßigen Verteilung erheblich abweichen, In Beständen, die hinsichtlich der Baumklasse stark differenziert sind, ist ein entsprechendes Vorgehen erforderlich.

Ein weiteres Ziel künftiger Untersuchungen sollte sein, periodische Kontrollmethoden für die Forsteinrichtung praktisch zu erproben. Daneben könnte der vermutete Zusammenhang zwischen Schälprozent und Schadensausmaß pro Baum (vgl. S. 95) zu einer genaueren Einschätzung der Schäden führen.

Ein besonderer Schwerpunkt künftiger Untersuchungen sollte auf den vielschichtigen Zusammenhängen liegen,

die zu den großen Schwankungen des jährlich auftretenden Schadens führen. Erst nach genauerer Kenntnis dieser Zusammenhänge wird es möglich sein, die laufende Schadsituation zutreffender einzuschätzen und entsprechend angepaßte Maßnahmen einzuleiten.

9 Anhang

Zu S. 26:

Für die Fehlerberechnung werden folgende Differentialquotienten ermittelt:

$$\frac{\partial A}{\partial GE} = \frac{1}{a} (1-p) (1-S) (S-1) = -0,04$$

$$\frac{\partial a}{\partial GE} = (1-S)^2 \frac{1}{a^2} A (1-p) = 40$$

$$\frac{\partial E}{\partial GE} = 1 - S (1-S) = 0,76$$

$$\frac{\partial p}{\partial GE} = (1-S)^2 \frac{1}{a} A = 160$$

$$\frac{\partial S}{\partial GE} = E (2 S-1) + 2 (1-S) \frac{1}{a} A (1-p) = 490$$

Zu S. 59:

$$\begin{aligned} 4 \text{ VE} &= \text{GM} (\text{MZ} \cdot \text{MZ} \% - \text{EB} - (\text{MZ} \% - \text{WC } 1/3 \text{ FL}) \text{ MZ} - \text{EC}) \\ &+ \text{GM} (\text{MZ} \cdot \text{MZ} \% - \text{EB}) - (\text{GM} - \text{uM}) (\text{MZ} \% - 1/8 \text{ FL} \cdot \text{WC}) \\ &\quad (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL}) - (\text{EC} - 1) - \text{uM} (\text{MZ} \% \cdot \text{WD} \cdot \text{MZ} - \text{ED}) \\ &+ \text{GM} (\text{MZ} \cdot \text{MZ} \% - \text{EB}) - (\text{GM} - \text{uM}) ((\text{MZ} \% - \text{WC } 1/8 \text{ FL}) \\ &\quad (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL}) - (\text{EC} - 1)) + 5 \text{ uM} \\ &+ \text{GM} (\text{MZ} \cdot \text{MZ} \% - \text{EB}) - (\text{GM} - \text{uM}) ((\text{MZ} \% - \text{WC } 1/8 \text{ FL}) \\ &\quad (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL}) - (\text{EC} - 1)) \end{aligned}$$

Zu S. 61:

$$\frac{\partial \text{GM}}{\partial \text{VE}} = \text{MZ} \cdot \text{MZ}\% - \text{EB} - \frac{1}{4} ((\text{MZ}\% - \text{WC } 1/3 \text{ FL}) (\text{MZ} - \text{EC}))$$

$$- \frac{3}{4} ((\text{MZ}\% - \text{WC } 1/8 \text{ FL}) (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL}) - (\text{EC} - 1)) = 25,54$$

$$\frac{\partial \text{uM}}{\partial \text{VE}} = \frac{3}{4} ((\text{MZ}\% - \text{WC } 1/8 \text{ FL}) (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL}) - (\text{EC} - 1))$$

$$- \frac{1}{4} (\text{MZ}\% \cdot \text{WD} \cdot \text{MZ} - \text{ED} - 5) = 46,72$$

$$\frac{\partial \text{MZ}}{\partial \text{VE}} = \frac{1}{4} (3 \text{ GM} \cdot \text{MZ}\% + \text{GM} \cdot \text{WC } 1/3 \text{ FL}$$

$$- 3 (\text{GM} - \text{uM}) (\text{MZ}\% - \text{WC } 1/8 \text{ FL}) - \text{uM} \cdot \text{MZ}\% \cdot \text{WD}) = 0,96$$

$$\frac{\partial \text{MZ}\%}{\partial \text{VE}} = \frac{1}{4} (3 \text{ GM} \cdot \text{MZ} - 3 (\text{GM} - \text{uM}) (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL})$$

$$- \text{uM} \cdot \text{WD} \cdot \text{MZ}) = 9,45$$

$$\frac{\partial \text{EB}}{\partial \text{VE}} = \text{GM} = 1,29$$

$$\frac{\partial \text{EC}}{\partial \text{VE}} = \frac{1}{4} (\text{GM} + 3 (\text{GM} - \text{uM})) = 1,08$$

$$\frac{\partial \text{ED}}{\partial \text{VE}} = \frac{1}{4} \text{uM} = 0,07$$

$$\frac{\partial \text{VS}}{\partial \text{VE}} = \frac{1}{4} \text{uM} = 0,07$$

$$\frac{\partial \text{FL}}{\partial \text{VE}} = 1/12 \text{ GM} \cdot \text{WC} \cdot \text{MZ} - \frac{3}{4} (\text{GM} \cdot \text{uM}) (1/4 \text{ WC} \cdot 1,1 \text{ FL})$$

$$- 1/8 \text{ WC} \cdot \text{MZ} - 1,1 \text{ MZ}\%) = 8,63$$

$$\frac{\partial \text{WC}}{\partial \text{VE}} = \frac{1}{4} \text{ FL} (1/3 \text{ GM} \cdot \text{MZ} + 3/8 (\text{GM} - \text{uM}) (\text{MZ} - 1,1 \text{ FL})) = 24,43$$

$$\frac{\partial \text{WD}}{\partial \text{VE}} = -\frac{1}{4} \cdot \text{uM} \cdot \text{MZ}\% \cdot \text{MZ} = 8,22$$

Zu S. 83:

Aus Gleichung (13)

$$SE = 1 - (1-SN)^{r+t \cdot SE} \quad \text{oder}$$

$$SE - 1 + (1-SN)^{r+t \cdot SE} = 0 = f(SE, SN, r, t) \quad (14)$$

können folgende Differentialquotienten abgeleitet werden:

$$\frac{\partial f}{\partial SE} = 1 + t (1-SN)^{r+t \cdot SE} \ln(1-SN)$$

$$\frac{\partial f}{\partial SN} = -(r+t \cdot SE) (1-SN)^{r+t \cdot SE - 1}$$

$$\frac{\partial f}{\partial r} = (1-SN)^{r+t \cdot SE} \ln(1-SN)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = SE (1-SN)^{r+t \cdot SE} \ln(1-SN)$$

Damit kann der Fehler von SE berechnet werden. Nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz und Gleichung (14) wird

$$dSE = \sqrt{\left(\frac{\partial SE}{\partial SN} dSN\right)^2 + \left(\frac{\partial SE}{\partial r} dr\right)^2 + \left(\frac{\partial SE}{\partial t} dt\right)^2}$$

Daraus ergibt sich durch Umformung und Erweiterung

$$dSE = \frac{\partial SE}{\partial f} \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial SN} dSN\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial r} dr\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial t} dt\right)^2}$$

Durch Einsetzen wird

$$dSF = (1+t(1-SN)^{r+t \cdot SE} \ln(1-SN))^{-1} \sqrt{\frac{\left((r+t \cdot SE) (1-SN)^{r+t \cdot SE} dSN\right)^2}{+ \left((1-SN)^{r+t \cdot SE} \ln(1-SN) dr\right)^2} + \left(SE (1-SN)^{r+t \cdot SE} \ln(1-SN) dt\right)^2}$$

Dabei ist $dr = 2$ $r = 18$
 $dt = 1$ $t = 10$

Daraus errechnet sich Tabelle 10.

Zu S. 90:

$$\sqrt{\begin{array}{c} \varepsilon^2 \underbrace{(VE - VD)^2}_{(E)} \underbrace{30^2}_{(VE)} + \underbrace{(E \cdot S \cdot 9,8)^2}_{(VD)} + ((A - E) S)^2 \end{array}}$$

$$+ \underbrace{(S \cdot VD \cdot 0,07 A)^2}_{(A)} + \underbrace{((E \cdot VE + (A - E) VD) 0,1 S)^2}_{(S)}$$

Verzeichnis der Abkürzungen

AFJZ	Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Frankfurt am Main
AFZ (W)	Allgemeine Forstzeitung, Wien
AFZ	Allgemeine Forstzeitschrift, München
CfgF	Centralblatt für das gesamte Forst- wesen, Wien und München
FA	Forstarchiv, Hannover
FHW	Der Forst- und Holzwirt, Hannover
FwCbl	Forstwissenschaftliches Centralblatt, Hamburg und Berlin
HZ	Holz-Zentralblatt, Stuttgart

LITERATURVERZEICHNIS

- | | | |
|----------------------------|------|---|
| ASSMANN, E.
FRANZ, F. | 1963 | Vorläufige Fichten-Ertrags-
tafeln für Bayern.
Institut für Ertragskunde
der Forstlichen Forschungs-
anstalt München |
| BAADER, G. | 1956 | Die Wildschäden in Rhein-
land-Pfalz und Vorschläge
für ihre Verminderung
AFJZ S.190-212 u. 233-240 |
| BEISEL, R. | 1973 | Auswirkungen von Beschädi-
gungen der unteren Stammab-
schnitte auf den Wert und
die Produktionsdauer von
Fichtenbetriebsklassen und
von Fichtenbeständen.
Mitteilungen der FVA Baden-
Württemberg <u>48</u> |
| BORGMANN, W. | 1930 | Wildschadenersatz.
FwCbl S. 421 - 437 |
| BORCHERS, K. | 1964 | Die Eis- und Schneebruchla-
gen des Harzes
Aus dem Walde. Heft 8 |
| BOSCH, R.G. | 1975 | Beiträge zur betriebswirt-
schaftlichen Beurteilung
forstwirtschaftlicher Nut-
zungsmöglichkeiten zur Holz-
erzeugung auf Brachland.
Diss. Freiburg |
| COCHRAN, W.G. | 1972 | Stichprobenverfahren.
Berlin |
| BRAUCH
DREYER
HAACKE | 1971 | Mathematik für Ingenieure.
Stuttgart |
| FRITZ, H. | 1976 | Probleme des Fichte/Tanne
Stammholzmarktes.
HZ <u>123</u> S. 1727-1728 |

- | | | |
|------------------|------|--|
| GEHRHARDT | 1905 | Über Schälsschäden in Fichtenbeständen und seine Bewertung.
AFJZ <u>81</u> S. 371 - 381 |
| GRIESINGER, E. | 1976 | Zum Thema "Probleme des Fichte/Tanne-Stammholzes".
HZ <u>153</u> S. 2177 |
| HECKEL, H. | 1977 | Rundholzpreise qualitätsgerecht abstufen!
HZ <u>112</u> S. 1683 - 1685 |
| HILDEBRANDT, G. | 1959 | Beobachtungen über die Verteilung des Schälsschadens in Fichtenbeständen.
AFJZ S. 213 - 218 |
| HILLGARTER, F.W. | 1976 | Über die Anwendung der Schweizer Kontrollstichproben im schlagweisen Hochwald.
in: Festschrift Alfred Kurt. Beiheft zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins. <u>57/1976</u> S.178-190 |
| HILSCHER, A. | 1964 | Ertragsminderung durch Rotfäule an Fichtenbeständen
FA S. 5 - 14 |
| HOFMANN, R.R. | 1978 | Die Ernährung des Rehwildes im Jahresablauf.
AFZ S. 1279 - 1284 |
| KALCHREUTER, H. | 1977 | Die Sache mit der Jagd.
München |
| KATÓ, F. | 1969 | Stammfäuleschäden der Fichte
FA S. 81 - 92 |
| KNIGGE, W. | 1975 | Die Auswirkungen von Schälsschäden auf die Rohholzleistungen von Fichte und Buche.
FA S. 32 - 38 |
| KNIGGE, W. | 1978 | Die Rohstofffunktion unserer Wälder an der Schwelle zum 21. Jahrhundert.
FA <u>6</u> S. 105 - 109 |

- | | | |
|--|------|---|
| KÖNIG, E. | 1974 | Wildschadenverhütung.
Referat in Lampertshausen,
Jagdlehrgang der Forst-
referendare |
| KÖNIG, E. | 1975 | Das Rotwild und der Wald.
AFZ(W) <u>10</u> S. 298 - 300 |
| KRÄUTER, G. | 1964 | Untersuchungen zur Durchmes-
ser- und Durchmesserzuwachs-
ermittlung an rotwildgeschäl-
ten Fichten.
Archiv für Forstwesen <u>13</u>
S. 363 - 381 |
| KREYSZIG, E. | 1968 | Statistische Methoden und
ihre Anwendungen
Göttingen, 3. Aufl. |
| KYNAST, R. | 1977 | Ein Modellexperiment für die
Simulation der Holznutzung
Diss. Freiburg |
| LANDESFORSTVER-
WALTUNG BADEN-
WÜRTTEMBERG | 1966 | Hilfstafeln für die Forst-
einrichtung |
| LÖFFLER, H. | 1975 | Zur Ausbreitung der Wundfäule
in der Fichte
FwCbl. <u>94</u> S. 175 - 183 |
| LOOSEN, H.-J. | 1977 | Der Einfluß von Rotwild-
schälschäden an Fichte auf
die Auslese von Zukunfts-
bäumen.
Diplomarbeit am Institut für
Forsteinrichtung und forstli-
che Betriebswirtschaftslehre
der Universität Freiburg |
| MANTEL, W. | 1968 | Waldbewertung.
München, Basel, Wien |
| MAYER, H. | 1975 | Schäden durch überhöhte Wild-
stände - ein volkswirtschaft-
liches Problem
AFZ(W) S. 40 - 46 |
| MENG, W. | 1978 | Baumverletzungen durch Trans-
portvorgänge bei der Holzernte
Diss. Freiburg |

- | | | |
|--------------------------|------|--|
| MICKLITZ, T. | 1915 | Zuwachsverlust infolge
Schälschadens
CfzF <u>41</u> S. 188 - 192 |
| PETRI | 1979 | Der Einfluß des Schalenwildes
auf die Tannennachzucht im
Schwarzwald.
Vortrag, gehalten bei der Ta-
gung des Baden-Württembergi-
schen Forstvereins am 30.5.
1979 in Pforzheim |
| PRODAN, M. | 1961 | Forstliche Biometrie
München, Bonn, Wien |
| PRODAN, M. | 1965 | Holzmeßlehre
Frankfurt |
| REINECKE, G. | 1968 | Grün- und Trockeneinband
der Fichte zur Wildschaden-
verhütung im Harz
Diss. Hann.Münden |
| REUSS, H. | 1888 | Die Schälbeschädigung durch
Hochwild, speziell in Fich-
tenbeständen
Berlin |
| RICHTER, J. | 1976 | Die Ermittlung von Schäl-
schäden.
FHW <u>9</u> S. 153-157 |
| RIPKEN, H. | 1978 | Zur betriebswirtschaftlichen
Entwicklung der Niedersächsi-
schen Landesforstverwaltung
FHW S. 8 - 17 |
| ROEDER, A. | 1970 | Schälschäden des Rotwildes an
der Fichte.
Diss. Hann.Münden |
| ROEDER, A. | 1971 | Überraschende Untersuchungs-
ergebnisse über Auswirkungen
von Rotwildschäden bei Fichte.
AFZ S. 907 - 909 |
| ROEDER, A.
BECKER, G. | 1974 | Die Zuverlässigkeit okularer
Durchmesserschätzungen.
FA S. 174 - 176 |

- SCHIMITSCHEK, E. 1939 Untersuchungen über Rotwildschäl-
schädigungen und deren Fol-
gen.
CfGF 65 S.33-50 u. 65-82
- SCHULZ, H. 1977 Technologische Auswirkungen
von Wildschäden auf Waldbäu-
me.
Schriftenreihe des Deutschen
Rates für Landespflege
Heft 27 S. 461 - 466
- SCHULZ, H. 1978 Holz als Rohstoffreserve der
Zukunft
FwCbl. S. 58 - 66
- SEEMANN, D. 1978 Schäl-
schadensaufnahme in den
Forstämtern Enzklosterle,
Kaltenbronn und Wildbad
(Nordschwarzwald).
In: GERKE/SEEMANN (unveröf-
fentlichtes Manuskript am In-
stitut für Forsteinrichtung
und forstliche Betriebswirt-
schaftslehre Freiburg)
- Shakespeare, W. Antony and Cleopatra.
The Arden Shakespeare.
London 1956
- STEINLIN, H. 1976 Kann Europa seinen zukünftigen
Holzbedarf decken?
Schweizerische Zeitschrift
für Forstwesen 7 S.457-475
- SPEIDEL, G. 1955 Die Wertklasse als Gütemaß-
stab in der Forsteinrichtung.
FA S. 217 - 224
- SPEIDEL, G. 1975a Schalenwildbestände und Lei-
stungsfähigkeit des Waldes
als Problem der Forst- und
Holzwirtschaft aus der Sicht
der Forstökonomie.
AFZ 1975 S.247 - 250
- SPEIDEL, G. 1975b Grundlagen und Methoden zur
Bestimmung der wirtschaftlich
tragbaren Wilddichte beim
Schalenwild.
FA 11 S. 221-228

- | | | |
|---------------|------|---|
| STERN, H. | 1971 | Bemerkungen über den Rot-
hirsch
Fernsehsendung der ARD
am 24.12.1971 |
| STERN, H. | 1976 | Mut zum Widerspruch
Hamburg |
| WIEDEMANN, E. | 1929 | Beiträge zur Kenntnis von
Waldkrankheiten
Silva <u>17</u> S. 137 - 140 |
| ZENKER, E. | 1979 | Auswertung einer Fragebogen-
aktion "Schälschäden".
Unveröffentlichtes Manu-
skript zur Diplomarbeit am
Institut für Forsteinrich-
tung und forstliche Be-
triebswirtschaftslehre der
Universität Freiburg |

Weitere mykologische Literatur:

- | | | |
|------------------------------------|------|---|
| v.Pechmann, H. u.
v.Aufsess, H. | 1971 | Untersuchungen über die Er-
reger von Stammfäulen in
Fichtenbeständen
FwCbl 90 S.259-284 |
| Schönhar, S. | 1979 | Erprobung von Wundschutz-
mitteln an der Fichte
AFJZ S.12-14 |

Lebenslauf

Name: Rudolf Gerke

geboren am: 12. August 1948 in Kolbermoor/Obb.

Eltern: Dr. Gustav Gerke, damals
technischer Physiker
und Emma Gerke, geb. München

Schulausbildung: ab September 1954 Besuch von Volksschulen in Rosenheim, Pinneberg, Cuxhaven und Esslingen;
ab April 1959 Besuch des Schelztor-Gymnasiums in Esslingen;
Reifeprüfung im Juni 1968

Wehrdienst: ab Juli 1968 bis Oktober 1969

Berufsausbildung: ab Oktober 1969 Studium der Forstwissenschaft an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg und im
WS 1971/72 an der Hochschule für Bodenkultur in Wien;
Diplomprüfung im Mai 1974;
ab Juni 1974 Referendarausbildung bei der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg; im Mai 1976 Große Forstliche Staatsprüfung

Berufstätigkeit: ab Juli 1976 wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Forsteinrichtung und forstliche Betriebswirtschaft der Universität Freiburg

Familienstand: verheiratet seit Juli 1978 mit Oda, geb. Schönwälder

Druck: D. Gräbner, 8602 Altendorf - Tel. 09545 / 8791